

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES  
Departamento de Economía Aplicada I



**TESIS DOCTORAL**

**Recursos naturales, tecnología y desarrollo económico: estudio del caso  
del sector petrolero de Brasil (1998-2015)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Lorenzo Mancini**

Directores

**María José Paz Antolín**  
**Juan Manuel Ramírez Cendrero**

**Madrid, 2018**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**Departamento de Economía Aplicada I**



**UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID**

**TESIS DOCTORAL**

**RECURSOS NATURALES, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO ECONÓMICO:  
ESTUDIO DE CASO DEL SECTOR PETROLERO DE BRASIL (1998-2015)**

**Lorenzo Mancini**

Directores

**María José Paz Antolín**

**Juan Manuel Ramírez Cendrero**

Madrid, 2017



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**Departamento de Economía Aplicada I**



**UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE**  
MADRID

**RECURSOS NATURALES, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO ECONÓMICO:  
ESTUDIO DE CASO DEL SECTOR PETROLERO DE BRASIL (1998-2015)**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**Lorenzo Mancini**

**Directores**

**María José Paz Antolín  
Juan Manuel Ramírez Cendrero**

**Madrid, 2017**



## AGRADECIMIENTOS

La tesis doctoral es un viaje a lo largo del cual se encuentran numerosas personas las cuales contribuyen a recorrer el trayecto. Sería profundamente lamentable no reconocer la aportación de todos aquellos que han colaborado para que este trabajo haya podido ser finalizado.

Ante todo, quisiera agradecer a mis directores de tesis, la Profesora María José Paz Antolín y el Profesor Juan Manuel Ramírez Cendrero, por sus excelentes críticas, talentos de mayéutica y sinceras relaciones humanas.

Los miembros del Departamento de Economía Aplicada I de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de esta universidad han desempeñado un papel crucial en mi formación académica la cual me ha permitido realizar esta investigación.

Estoy muy agradecido al destacado Instituto de Economía de la *Universidade Estadual de Campinas* (UNICAMP) por brindarme la oportunidad de realizar una estancia de investigación, y en particular al Profesor Celio Hiratuka que ha guiado con interés el trabajo de campo.

Un agradecimiento especial a *Petróleo Brasileiro S.A.* (Petrobras) por la disponibilidad a colaborar con la investigación a pesar de encontrarse en el momento más difícil de su historia.

Una contribución fundamental ha venido de la *Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis* (ANP) la cual ha proporcionado informaciones relevantes para completar la investigación. Cabe también reconocer la colaboración del *Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás* (IBP), la *Organização Nacional da Indústria do Petróleo* (ONIP), el *Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro*, el *Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas* (SEBRAE), la *Financiadora de Estudos e Projetos* (Finep), la *Associação Brasileira de Engenharia Industrial* (ABEMI), la *Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos* (ABIMAQ), el *Centro de Estudos de Petróleo* (CEPETRO) de la UNICAMP, la *Agência de Inovação Inova UNICAMP* y la *Incubadora de Empresas Coppe UFRJ*.

Ha sido de suma importancia la colaboración de decenas de expertos de empresas, universidades y centros de investigación las cuales han dedicado su propio tiempo para las entrevistas y los cuestionarios cuya identidad, sin embargo, tiene que ser mantenida anónima.

*Dulcis in fundo*, quisiera agradecer profundamente a mis familiares y amigos que han compartido y apoyado este camino de forma incondicionada incluso en los momentos más inciertos y a los cuales quería dedicar este trabajo. Un pensamiento especial va a mis abuelos los cuales, tras ser forzados a abandonar la escuela en la primera infancia, siempre me animaron a continuar con los estudios.



*Dubitando ad veritatem pervenimus*

Dudando llegamos a la verdad

- Marcus Tullius Cicero -

*América, muitas vezes viajei nas tuas tintas.*

*Sempre me perdia, não era fácil voltar*

América, muchas veces viajé en tus tintas

Siempre me perdía, no era fácil volver

- Carlos Drummond de Andrade, en *América* -





# CONTENIDOS

Índice de cuadros .....	XI
Índice de gráficos .....	XIII
Índice de tablas .....	XV
Lista de acrónimos .....	XVII
Resumen.....	XXI
Abstract .....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	1
PARTE I. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	11
1. LOS RECURSOS NATURALES: APROXIMACIONES TEÓRICAS.....	13
1.1 Introducción .....	13
1.2 La maldición de los recursos .....	15
1.2.1 La enfermedad holandesa.....	15
1.2.2 El Estado rentista.....	17
1.3 Visiones de contingencia .....	19
1.3.1 Perspectiva neoinstitucionalista.....	19
1.3.2 Perspectiva estructuralista latinoamericana .....	23
1.4 Relevancia de la dimensión productiva .....	26
1.5 Balance del debate teórico .....	29
2. EL DESARROLLO TECNOLÓGICO: APROXIMACIONES TEÓRICAS.....	35
2.1 El concepto de tecnología .....	35
2.2 Visión neoclásica .....	37
2.3 Visión neoschumpeteriana.....	41
2.4 Visiones heterodoxas .....	45
2.4.1 Estructuralismo latinoamericano .....	45
2.4.2 Enfoque de la dependencia .....	47
2.4.3 Escuela de la regulación .....	49
2.4.4 Neoestructuralismo latinoamericano .....	52
2.5 Balance del debate teórico y propuesta analítica .....	54

<b>PARTE II. FACTORES DETERMINANTES DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO .....</b>	<b>61</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL SECTOR PETROLERO .....</b>	<b>63</b>
3.1 Las condiciones de explotación del petróleo y el gas en Brasil .....	63
3.2 Las vías del desarrollo tecnológico .....	69
3.2.1 Desarrollo tecnológico para reducir los gastos .....	69
3.2.2 Desarrollo tecnológico para posibilitar la explotación del Presal .....	72
3.3 Síntesis del capítulo .....	74
<b>4. ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE LAS COMPAÑÍAS PETROLERAS Y LAS EMPRESAS DE SERVICIOS.....</b>	<b>77</b>
4.1 Tendencias generales de las estrategias tecnológicas de las firmas .....	77
4.2 Estrategias tecnológicas de las firmas por subsector y actividad .....	85
4.2.1 Caracterización de reservorio .....	87
4.2.2 Perforación .....	88
4.2.3 Terminación.....	89
4.2.4 Infraestructura .....	89
4.2.5 Producción.....	92
4.2.6 Logística.....	94
4.2.7 Desactivación .....	94
4.2.8 Síntesis y comparación de las estrategias tecnológicas .....	94
4.3 Síntesis del capítulo .....	96
<b>5. ACTORES PÚBLICOS DEL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO.....</b>	<b>99</b>
5.1 Formación histórica del sector petrolero brasileño .....	99
5.2 Petrobras .....	104
5.3 Los órganos del Estado brasileño.....	108
5.4 La Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP) .....	112
5.5 Las organizaciones de ciencia y tecnología .....	115
5.6 Síntesis del capítulo .....	118
<b>6. MARCO INSTITUCIONAL DEL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO.....</b>	<b>121</b>
6.1 La regulación del sector petrolero brasileño.....	121
6.2 El Fondo Sectorial del Petróleo y el Gas Natural (CT-PETRO).....	129
6.3 El Programa de Recursos Humanos de la ANP (PRH-ANP).....	134
6.4 La cláusula de I+D de la ANP .....	136
6.5 Los derechos de propiedad intelectual .....	143
6.6 Otras instituciones.....	145
6.7 Conclusiones .....	148

<b>7. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CASO .....</b>	<b>151</b>
7.1 Planteamiento de las hipótesis .....	151
7.2 Indicadores de desarrollo tecnológico .....	157
7.3 El trabajo de campo .....	160
<b>PARTE III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO .....</b>	<b>165</b>
<b>8. CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS COMPAÑÍAS PETROLERAS Y LAS EMPRESAS DE SERVICIOS.....</b>	<b>167</b>
8.1 Inversiones generadas por la cláusula de I+D.....	167
8.2 El desarrollo tecnológico de Petrobras .....	175
8.2.1 Desarrollo tecnológico en la etapa del monopolio (1954-1994).....	175
8.2.2 Desarrollo tecnológico en la etapa de la apertura (1995-2015) .....	181
8.3 El desarrollo tecnológico de las empresas de servicios .....	197
8.3.1 Actividades de las empresas y resultados del desarrollo tecnológico .....	197
8.3.2 Innovaciones tecnológicas más destacadas .....	210
8.4 Conclusiones .....	214
<b>9. CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS ORGANIZACIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....</b>	<b>221</b>
9.1 Organizaciones de ciencia y tecnología implicadas en la cláusula de I+D .....	221
9.2 El desarrollo tecnológico de las organizaciones de ciencia y tecnología .....	223
9.2.1 Infraestructura física para la actividad científica.....	223
9.2.2 Actividad científica y redes de investigación .....	228
9.2.3 Formación de recursos humanos.....	234
9.2.4 Innovación tecnológica .....	236
9.2.5 Depósito de patentes .....	246
9.2.6 Creación de empresas .....	249
9.3 Conclusiones .....	252
<b>CONCLUSIONES FINALES.....</b>	<b>259</b>
<b>EPÍLOGO .....</b>	<b>273</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>277</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>299</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Comparación entre neoinstitucionalismo y neoestructuralismo.....	32
Cuadro 2.1 Comparación entre el enfoque de sistemas de innovación, la escuela de la regulación y el neoestructuralismo latinoamericano.....	58
Cuadro 4.1 Estrategias tecnológicas de las firmas en el subsector aguas arriba.....	95
Cuadro 6.1 Obligaciones de inversión establecidas por la cláusula de I+D, por tipo de contrato.....	141
Cuadro 9.1 Comentarios abiertos de los encuestados.....	230
Cuadro A.1 Gastos admitidos por la cláusula de I+D de la ANP (por tipo de proyecto) .....	313



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Propuesta analítica general para el estudio del desarrollo tecnológico.....	60
Gráfico 3.1 Reservas de petróleo (miles de millones de barriles) y gas natural (billones de m <sup>3</sup> ) de Brasil (1980-2015) .....	65
Gráfico 3.2 Producción de petróleo de Brasil (MMbd; 1991-2015) .....	66
Gráfico 3.3 Producción de gas natural de Brasil (MMm <sup>3</sup> d; 1991-2015) .....	67
Gráfico 3.4 Reservas probadas de petróleo y gas natural de Brasil (2015) .....	68
Gráfico 3.5 Producción de petróleo y gas natural de Brasil (1991-2015).....	69
Gráfico 4.1 Gasto de capital mundial en actividades de E&P (USD mil millones) .....	80
Gráfico 4.2 Precios de referencia del crudo (USD por barril) versus índices de gasto (1997-2017).....	81
Gráfico 4.3 Intensidad de I+D de las compañías petroleras (gasto en I+D en porcentaje de las ventas) .....	83
Gráfico 4.4 Intensidad de I+D: comparación entre Petrobras y empresas de servicios (gasto en I+D en porcentaje de las ventas) .....	84
Gráfico 4.5 Estructura del sector petrolero.....	85
Gráfico 4.6 Cuotas del mercado mundial de las empresas de servicios petroleros (2016) .....	96
Gráfico 5.1 Gasto nacional en ciencia y tecnología y en I+D de Brasil (BRL millones y % del PIB) .....	116
Gráfico 5.2 Número de patentes solicitadas en Brasil (1990-2014) .....	117
Gráfico 5.3 Actores públicos implicados en el sector petrolero brasileño.....	119
Gráfico 6.1 Porcentajes de contenido local establecidos en las rondas de licitación de la ANP (fase de exploración y fase de desarrollo y producción) .....	125
Gráfico 6.2 Recursos destinados al fondo CT-PETRO (BRL millones) .....	134
Gráfico 6.3 Fuentes de financiación del PRH-ANP (BRL millones) .....	136
Gráfico 7.1 Relaciones entre las variables incluidas en las hipótesis de investigación.....	155
Gráfico 7.2 Relaciones entre actores, instituciones y desarrollo tecnológico en el caso brasileño....	156
Gráfico 8.1 Destino de las inversiones generadas por la cláusula de I+D (% de las inversiones obligatorias totales; 1998-2015) .....	171
Gráfico 8.2 Inversión de Petrobras: total (USD millones reales) y en E&P (USD millones reales y % de la inversión total) (1965-1995) .....	177



Gráfico 8.3 Inversión de Petrobras: total (USD millones) y en E&P (USD millones y % de la inversión total) (1995-2015) .....	182
Gráfico 8.4 Gasto anual en I+D de Petrobras (USD millones y % de las ventas; 1999-2015) ....	186
Gráfico 8.5 Gasto anual en I+D de Petrobras: gasto total (BRL millones) versus gasto en cumplimiento de la cláusula de la ANP (BRL millones y % del gasto total) .....	187
Gráfico 8.6 Empleados del CENPES (número total y % del total del grupo Petrobras; 2001-2016).....	189
Gráfico 8.7 Número de patentes depositadas por Petrobras en el INPI (1986-2014) .....	192
Gráfico 8.8 Tiempo de construcción de pozos en el Presal (número de días) .....	194
Gráfico 8.9 Etapas clave del desarrollo tecnológico de Petrobras.....	196
Gráfico 8.10 Petrobras y empresas de servicios: instituciones y resultados del desarrollo tecnológico.....	220
Gráfico 9.1 Inversión en infraestructura científica de OCT financiada por la cláusula de I+D (BRL millones y % del valor total autorizado por la ANP; 2006-2015) .....	225
Gráfico 9.2 Impactos en la infraestructura científica física de OCT (en % de las respuestas totales) .....	226
Gráfico 9.3 Actividades realizadas por OCT financiadas por la cláusula de I+D (% del total de los recursos recibidos; 2006-2016) .....	229
Gráfico 9.4 Impactos en la actividad científica (en % de las respuestas totales) .....	231
Gráfico 9.5 Impactos en las publicaciones científicas (en % de las respuestas totales) .....	233
Gráfico 9.6 Impactos en las publicaciones científicas, por categoría (% de respuestas) .....	233
Gráfico 9.7 Impactos en la formación de recursos humanos (en % de las respuestas totales) ....	236
Gráfico 9.8 Impactos en la innovación tecnológica (en % de las respuestas totales) .....	237
Gráfico 9.9 Aplicación de los resultados de los proyectos de I+D en la actividad productiva y en la investigación científica (en % de las respuestas totales) .....	238
Gráfico 9.10 Impactos en empresas terceras (en % de las respuestas totales) .....	239
Gráfico 9.11 Porcentaje de propiedad intelectual en beneficio de las OCT (% de propiedad intelectual; en % de las respuestas totales) .....	246
Gráfico 9.12 Creación de empresas de base tecnológica (EBT) (% de respuestas) .....	249
Gráfico A.1 Composición de los grupos de investigación encuestados, por nivel de formación (número de miembros en cada grupo y % de respuestas) .....	305
Gráfico A.2 Relevancia de la E&P en la cartera de proyectos de los grupos de investigación encuestados (% del total de proyectos y % de respuestas) .....	305
Gráfico A.3 Importancia económica de la cláusula de I+D para las OCT (% de respuestas) ...	306

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Mayores diez compañías productoras de petróleo en Brasil (2015) .....	66
Tabla 3.2 Mayores diez compañías productoras de gas natural en Brasil (2015) .....	67
Tabla 5.1 Rondas de licitación de la ANP.....	114
Tabla 7.1 Indicadores de desarrollo tecnológico y fuentes de información.....	159
Tabla 8.1 Inversiones obligatorias generadas por la cláusula de I+D (BRL; 1998-2015) .....	168
Tabla 8.2 Inversiones generadas por la cláusula de I+D, por compañía petrolera (en BRL) .....	169
Tabla 8.3 Gasto en I+D de Petrobras (USD millones y % de las ventas; 1984-1993) .....	185
Tabla 8.4 Gasto en I+D de Petrobras: gasto total versus gasto en cumplimiento de la cláusula de I+D (BRL millones y tasa de variación anual; 1998-2015) .....	188
Tabla 8.5 Características de los centros de I+D de las empresas de servicios.....	200
Tabla 8.6 Actividades de investigación de los centros de I+D de las empresas de servicios...	203
Tabla 8.7 Número de patentes depositadas en el INPI relativas al sector petrolero (veinte empresas con más patentes depositadas en 1998-2014) .....	207
Tabla 8.8 Número total de patentes depositadas en el INPI por empresas de servicios con centros de I+D en Brasil (1998-2014) .....	208
Tabla 9.1 Inversiones autorizadas por la ANP en cumplimiento de la cláusula de I+D, por organización beneficiaria (2006-2015) .....	222
Tabla A.1 Entrevistas a gerentes de empresa.....	300
Tabla A.2 Entrevistas a funcionarios de agencias gubernamentales y otras organizaciones.....	301
Tabla A.3 Proyectos autorizados por la ANP en cumplimiento de la cláusula de I+D, por compañía petrolera (2006-2015) .....	315



## LISTA DE ACRÓNIMOS

ANP	<i>Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis</i>
AURI	<i>Autonomous Underwater Riser Inspector</i>
bd	barril diario
BNDES	<i>Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social</i>
boe	barril de petróleo equivalente
boed	barril de petróleo equivalente diario
BRL	real brasileiro
BSMF	<i>Boca de Sino Multifuncional</i>
BSR	<i>Boia de Sustentação de Riser</i>
Capes	<i>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior</i>
CAPEX	<i>capital expenditure</i>
CENPES	<i>Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello</i>
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPETRO	<i>Centro de Estudos de Petróleo</i>
CNP	<i>Conselho Nacional do Petróleo</i>
CNPE	<i>Conselho Nacional de Política Energética</i>
CNPEN	<i>Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais</i>
CNPq	<i>Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico</i>
Comtec	<i>Comitê Técnico-Científico</i>
CONAMA	<i>Conselho Nacional Do Meio Ambiente</i>
Coppe	<i>Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia</i>
CSLL	<i>Contribuição Social sobre o Lucro Líquido</i>
CT-PETRO	<i>Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural</i>
E&P	exploración y producción
EBT	empresa de base tecnológica
EMBRAPII	<i>Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial</i>
EOR	<i>enhanced oil recovery</i>
EPCI	<i>engineering, procurement, construction and installation</i>
EUR	euro
EVDT	<i>Enhance Vertical Deepwater Tree</i>
FAPESP	<i>Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo</i>

FBCF	formación bruta de capital fijo
FEED	<i>front end engineering design</i>
Finep	<i>Financiadora de Estudos e Projetos</i>
FMI	Fondo Monetario Internacional
FNDCT	<i>Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico</i>
FPSO	<i>floating production, storage and off-take vessels</i>
GNL	gas natural licuado
I+D	investigación y desarrollo
IBAMA	<i>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
IBP	<i>Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis</i>
IEAPM	<i>Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira</i>
INPI	<i>Instituto Nacional da Propriedade Industrial</i>
IPEA	<i>Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada</i>
IPI	<i>Imposto sobre Produtos Industrializados</i>
IPRI	<i>Imposto de Renda de Pessoa Jurídica</i>
IPT	<i>Instituto de Pesquisas Tecnológicas</i>
JIP	<i>joint industry project</i>
m <sup>3</sup>	metro cúbico
m <sup>3</sup> d	metro cúbico diario
MCT	<i>Ministério da Ciência e Tecnologia</i>
MCTI	<i>Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação</i>
MDIC	<i>Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior</i>
MEC	<i>Ministério da Educação</i>
MMA	<i>Ministério do Meio Ambiente</i>
MMb	millones de barriles
MMbd	millones de barriles diarios
MMboe	millones de barriles equivalentes de petróleo
MMboed	millones de barriles equivalentes de petróleo diarios
MMm <sup>3</sup>	millones de metros cúbicos
MMm <sup>3</sup> d	millones de metros cúbicos diarios
MME	<i>Ministério de Minas e Energia</i>
MODA	<i>Sistema de Monitoramento Óptico Direto no Arame</i>
NOK	corona noruega
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OCT	organización de ciencia y tecnología
OMC	Organización Mundial del Comercio
OPEP	Organización de los Países Exportadores de Petróleo
OPEX	<i>operating expense</i>
OTC	<i>Offshore Technology Conference</i>
PCT	<i>Tratado de Cooperación en materia de Patentes</i>
Pedefor	<i>Programa de Estímulo à Competitividade da Cadeia Produtiva, ao Desenvolvimento e ao Aprimoramento de Fornecedores do Setor de Petróleo e Gás Natural</i>
PIB	producto interno bruto
Pitce	<i>Política industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior</i>
Plansal	<i>Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Pré-Sal da Bacia de Santos</i>
PNQP	<i>Plano Nacional de Qualificação Profissional</i>
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPSA	<i>Empresa Brasileira de Administração de Petróleo e Gás Natural S.A. - Pré-Sal Petróleo S.A.</i>
PRH-ANP	<i>Programa de Recursos Humanos da ANP</i>
Procap	<i>Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Produção para Águas Profundas</i>
Prodesal	<i>Programa de Desenvolvimento das Competências para o Pré-sal</i>
Promef	<i>Programa de Modernização da Frota de Petroleiros</i>
Prominp	<i>Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural</i>
Prosal	<i>Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-Sal</i>
PT-UFRJ	<i>Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro</i>
PUC-Rio	<i>Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro</i>
Repetro	<i>Regime aduaneiro especial de exportação e importação de bens destinados à exploração e à produção de petróleo e gás natural</i>
Sebrae	<i>Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas</i>
SEC	<i>U.S. Securities and Exchange Commission</i>
SENAI	<i>Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial</i>
SSAO	<i>Sistema de Separação Submarina Água Óleo</i>
SURF	<i>subsea, umbilicals, risers and flowlines</i>
UFRJ	<i>Universidade Federal do Rio de Janeiro</i>
UNICAMP	<i>Universidade Estadual de Campinas</i>
USD	dólar estadounidense
USP	<i>Universidade de São Paulo</i>
WTI	<i>West Texas Intermediate</i>



## RESUMEN

Esta Tesis aborda la relación entre explotación de recursos naturales, desarrollo tecnológico y desarrollo económico a través de un estudio de caso del sector petrolero brasileño. Nuestro objetivo general es determinar cómo la explotación del petróleo y el gas natural en Brasil contribuyó al desarrollo tecnológico en el sector petrolero entre 1998 y 2015.

La hipótesis principal de investigación plantea que la cláusula establecida por la agencia reguladora del sector petrolero brasileño, que obliga las compañías petroleras a invertir en Investigación y Desarrollo (I+D) en el país, ha promovido la realización de proyectos de investigación los cuales han fomentado el desarrollo tecnológico. A partir de ella, derivamos tres hipótesis secundarias relativas al papel en este proceso de los varios actores implicados en la cláusula de I+D: compañías petroleras, empresas suministradoras de equipamientos y servicios petroleros, universidades y centros de investigación.

La metodología de investigación consiste en un estudio de caso fundamentado en un trabajo de campo realizado en Brasil entre 2015 y 2016. Los datos primarios han sido recogidos a través de 76 entrevistas a informantes clave del sector petrolero brasileño y de una encuesta basada en un cuestionario completado por 176 coordinadores de proyectos financiados por la cláusula de I+D.

Nuestros resultados corroboran las hipótesis planteadas. Las conclusiones principales de la investigación son: i) las interrelaciones entre actores, instituciones y factores estructurales condiciona el desarrollo tecnológico en el sector petrolero; ii) la cláusula de I+D ha dado continuidad y ha profundizado el liderazgo en el desarrollo tecnológico de la compañía petrolera nacional, Petrobras; iii) la cláusula ha promovido la incorporación de nuevos actores al proceso de innovación y ha estrechado las redes entre ellos; iv) la cláusula ha fomentado la innovación tecnológica y la creación de nuevas capacidades tecnológicas aplicables a actividades productivas más sofisticadas y diversas; v) la cláusula ha incentivado la formación de recursos humanos, en particular en las universidades y en los centros de investigación; y vi) la participación de las empresas de base tecnológicas en el esquema de la cláusula de I+D ha sido limitado.

Argumentamos que es necesario adoptar una estrategia de desarrollo en el sector petrolero brasileño fundamentada en la integración y coordinación entre la política industrial y la política de ciencia, tecnología e innovación.

Por último, abordamos las limitaciones del estudio y proponemos nuevas líneas para una futura investigación.





## ***ABSTRACT***

*This thesis addresses the relation between the exploitation of natural resources, technological development and economic development through a case study of the Brazilian oil sector. Our goal is to determine how the exploitation of oil and natural gas in Brazil contributed to technological development in the oil sector between 1998 and 2015.*

*The main research hypothesis contends that the clause established by the regulatory agency of the Brazilian oil sector — that forces the oil companies to invest in research and development (R&D) within the country — has promoted the execution of research projects that have fostered technological development. Drawing on that, we derive three secondary hypotheses related to the role in that process of the various actors involved in the R&D clause: oil companies, oilfield equipment and service companies, universities and research centers.*

*The research methodology consists of a case study based on a fieldwork carried out in Brazil between 2015 and 2016. Primary data were collected through 76 interviews to key informants of the Brazilian oil sector and a survey questionnaire completed by 176 coordinators of projects funded by the R&D clause.*

*Our results support the research hypothesis. The main conclusions of the research are: i) the interplay between actors, institutions and structural factors affects technological development; ii) the R&D clause has given continuity and has strengthened the leadership in technological development of the national oil company, Petrobras; iii) the clause has enhanced the incorporation of new actors to that process and has deepened the networks among them; iv) the clause has fostered technological innovation and the creation of new technological capabilities suitable for more sophisticated and diverse productive activities; v) the clause has enhanced the training of human resources, in particular in universities and research centers; and vi) the participation of technology-based companies in the R&D clause scheme has been limited.*

*We argue for the need of adopting a development strategy in the Brazilian oil sector based on the integration and coordination between industrial policy and science, technology and innovation policy.*

*Finally, we address the limitations of the study and we suggest new lines for further research.*



## INTRODUCCIÓN

El impacto de la explotación de los recursos naturales en las condiciones económicas, políticas y sociales de los países ha sido una cuestión ampliamente debatida desde hace siglos. En algunos casos los recursos naturales han desempeñado un papel positivo en el desarrollo económico, mientras que en otros su contribución ha sido marginal o incluso perjudicial; eso ha generado una creciente investigación para explicar las causas y los mecanismos de ese fenómeno.

En el comienzo del siglo XXI el interés en el tema retomó vigor debido a tres factores. En primer lugar, en los años 2000 ocurrió un auge en el mercado de productos básicos (*commodities super cycle*) que se manifestó en el alza de los precios internacionales de los metales, el petróleo crudo<sup>1</sup> y varios productos agrícolas, que alcanzaron máximos históricos. A pesar del enfriamiento de los precios ocurrido tras la crisis financiera global de 2007-2008, las proyecciones más recientes indican que en las próximas décadas la demanda mundial de productos básicos aumentará, alentada por el incremento de la demanda de energía primaria y por el crecimiento económico de los países emergentes (ExxonMobil, 2015; BP, 2016b; EIA, 2016; IEA, 2016b; OPEP, 2016).

En segundo lugar, a pesar de que el petróleo y el gas natural<sup>2</sup> son recursos finitos por naturaleza y que su consumo contribuye a la aceleración de los cambios climáticos (IEA, 2015a), actualmente siguen siendo una de las principales fuentes de energía primaria en el mundo (BP, 2016b), y se espera que mantendrán su relevancia en las próximas décadas debido a una creciente demanda de gas natural (IEA, 2015b).

---

<sup>1</sup> El petróleo crudo es: “una mezcla compleja de compuestos de hidrocarburos naturales que se encuentran en las rocas. El petróleo puede variar entre sólido y gaseoso, pero el término se utiliza generalmente para hacer alusión al petróleo crudo líquido”. Fuente: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>. Aquí nos referiremos a ello usando indistintamente los términos petróleo, petróleo crudo o crudo. Un hidrocarburo es un “compuesto resultante de la combinación del carbono con el hidrógeno” (RAE, 2014).

<sup>2</sup> El gas natural es: “una mezcla natural de hidrocarburos gaseosos, que es altamente compresible y expansible. El metano (CH<sub>4</sub>) es el componente principal de la mayor parte del gas natural (constituye un 85 % de algunos gases naturales), con cantidades menores de etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>)”. Fuente: Schlumberger (ibid.). Aquí nos referiremos a ello usando indistintamente los términos gas natural o gas.

En tercer lugar, en los últimos años han proliferado “nuevas” estrategias de desarrollo miradas a maximizar los beneficios domésticos de la explotación de los recursos naturales, en particular en algunos países de América Latina tales como Argentina, Bolivia, Brasil o Ecuador.

En ese contexto, el problema general que aborda la Tesis es determinar cómo la explotación de los recursos naturales puede contribuir al desarrollo económico de un país. Por un lado, una parte influyente de la literatura económica sobre el tema ha defendido la tesis de la maldición de los recursos, que plantea una relación negativa entre aquellas variables. Por otro lado, otros autores han adoptado una visión de contingencia y han argumentado que sí es posible promover el desarrollo económico a partir de recursos naturales.

Dentro de la visión de contingencia se ha abierto un intenso debate en torno a cómo los recursos naturales pueden fomentar el desarrollo económico. Nuestra investigación aporta evidencia empírica para demostrar que la explotación de los recursos naturales puede contribuir al desarrollo de un país a través de su impacto en el desarrollo tecnológico<sup>3</sup>. Nuestra propuesta analítica plantea que la interacción dinámica entre actores e instituciones, mediada por las características estructurales, determina el proceso de desarrollo tecnológico.

El objeto de estudio en que se centra el análisis del problema general es el impacto de la explotación del petróleo y el gas natural en Brasil en el desarrollo tecnológico del sector petrolero<sup>4</sup> doméstico entre 1998 y 2015. En concreto, nos centramos en el subsector aguas arriba, esto es, en las actividades de exploración y producción (E&P)<sup>5</sup>.

Cabe destacar que la historia del sector petrolero brasileño ha coincidido largamente con la de la compañía petrolera nacional: Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras)<sup>6</sup>. La empresa operó en monopolio desde su fundación (en 1953) hasta cuando, por efecto de la Enmienda Constitucional 9, de 9 de noviembre de 1995, se permitió que el Estado brasileño contratara tanto a empresas públicas como privadas para la explotación del petróleo y el gas en el país. Posteriormente, a través de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997 (*lei do petróleo*), el Congreso brasileño reformó el sector petrolero nacional el cual pasó a ser regulado por la Agencia

---

<sup>3</sup> En el capítulo 2 de esta obra definiremos los conceptos de tecnología y de desarrollo tecnológico.

<sup>4</sup> Utilizamos indistintamente las expresiones “sector petrolero” e “industria petrolera” para referirnos conjuntamente a los sectores de petróleo y gas natural, puesto que nuestro interés es indagar aspectos inherentes a ambos sectores.

<sup>5</sup> En el capítulo 4 definiremos las actividades de E&P.

<sup>6</sup> El gobierno brasileño mantiene una dirección estratégica sobre Petrobras a través de la mayoría del capital votante (acciones ordinarias). Ver capítulo 5.2.

Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (*Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*, ANP).

La decisión de analizar el período 1998-2015 radica en las siguientes razones: i) en 1998 fue introducida una cláusula en los contratos de concesión para obligar Petrobras a invertir un valor mínimo en actividades de investigación y desarrollo (I+D)<sup>7</sup> en Brasil: la llamada cláusula de I+D; ii) en 1999 fue realizada la primera ronda de licitación para otorgar nuevas concesiones petrolíferas tras la quiebra del monopolio estatal; iii) en 2005 la cláusula de I+D fue regulada por la ANP y pasó a ser obligatoria para todas las compañías petroleras presentes en el país; iv) en 2006 fueron descubiertas en Brasil enormes reservas<sup>8</sup> petrolíferas mar adentro en la región del Presal<sup>9</sup>; y v) a partir de 2009 diversas empresas líderes mundiales en el suministro de equipamientos y servicios petroleros (empresas de servicios<sup>10</sup>) instalaron centros de I+D en Brasil.

La relevancia de esta investigación deriva de los siguientes factores. En primer lugar, el sector petrolero constituye una parte vital de la economía brasileña. En 2013 el sector contribuyó a un 13 % del producto interno bruto (PIB) de Brasil<sup>11</sup>, siendo esta la mayor economía de América Latina y el Caribe. Entre 1998 y 2015, solo las inversiones totales de Petrobras constituyeron en promedio un 5,4 % de la formación bruta de capital fijo (FBCF) anual del país<sup>12</sup>. Según las estimaciones oficiales, el sector petrolero será el mayor receptor de

---

<sup>7</sup> Por actividades de I+D se entienden la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental (OCDE, 2002, 2005). Véase también el capítulo 6.4.

<sup>8</sup> Las reservas son aquellas cantidades de petróleo recuperables en términos comerciales. Las reservas deben satisfacer cuatro criterios para ser consideradas tales: deben ser descubiertas, recuperables, comerciales y remanentes (en la fecha de evaluación) en base al proyecto de desarrollo aplicado. Las reservas son clasificadas en base al nivel de incertidumbre asociado con su estimación en: probadas, probables y posibles. Además, las reservas pueden ser clasificadas en base a la madurez del proyecto y/o en base al estatus de la producción y el desarrollo de un campo petrolero (SPE et al., 2007).

<sup>9</sup> El Presal es un área geográfica constituida por reservorios de crudo que se encuentran bajo gruesas capas de sal en la profundidad oceánica. La extracción de petróleo y gas desde el Presal requiere una perforación marítima especial hasta más de 3000 metros de profundidad y por debajo de cerca de 4000 metros de sal y roca. El prefijo “pre” se refiere a que su formación ocurrió antes de la acumulación de la sal, hace cerca de 150 millones de años. La longitud y la latitud del Presal están definidas por la Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010. El polígono del Presal es un área marítima de cerca de 149 000 kilómetros cuadrados (mayor que la superficie de Grecia) que se extiende por cerca de 800 kilómetros de plataforma marítima, desde el norte de la cuenca de Campos hacia el sur de la cuenca de Santos. El área incluye una faja que va desde el litoral sur del estado de Espírito Santo al estado de Santa Catarina, con una anchura de hasta 200 kilómetros.

<sup>10</sup> A lo largo de este trabajo, por simplicidad expositiva, utilizaremos la expresión “empresas de servicios” para referirnos tanto a los prestadores de servicios petroleros como a los fabricantes de equipamientos petroleros.

<sup>11</sup> Fuente: Santoro Martins, J.A., 2014. *The industry's role in promoting development*. World Petroleum Congress, Moscú, 17/6/2014. Véase también: Gobierno de Brasil, 2014. *Setor de petróleo e gás chega a 13 % do PIB brasileiro*. 17/6/2014. Disponible en: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/06/setor-de-petroleo-e-gas-chega-a-13-do-pib-brasileiro>>. Nota: se trata de una estimación que está sujeta a fuertes variaciones anuales.

<sup>12</sup> Fuente: elaboración propia a partir de: i) Petrobras (datos sobre inversiones); ii) el *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (datos sobre FBCF); y iii) el *Banco Central do Brasil* (datos sobre tipo de cambio).

inversiones en Brasil en 2015-2018; las inversiones en este sector constituirán en torno a un 53 % de las inversiones totales realizadas en la industria brasileña en ese período (BNDES, 2016).

Segundo, Brasil es actualmente uno de los mayores productores petrolíferos a nivel mundial. En 2016 el país produjo en media 2,61 MMbd de petróleo, siendo el 10º productor mundial y el 1º en América Latina (IEA, 2017)<sup>13</sup>. Las proyecciones del gobierno indican que Brasil podría producir en torno a 4,8 MMbd de crudo en 2024 (MME, 2015), lo que consolidaría el país entre los mayores productores mundiales. La expansión del sector petrolero es alentada por el paulatino crecimiento de la producción en el Presal, que en diciembre de 2016 contribuyó a un 46 % de la producción nacional de petróleo y gas<sup>14</sup>.

Tercero, otros trabajos científicos han mostrado que en torno al sector petrolero es posible desarrollar una industria doméstica competitiva a nivel internacional y tecnológicamente avanzada (Keilen, 2005; Engen, 2007; Sasson y Blomgren, 2011; Leskinen et al., 2012; Ryggvik, 2014). No obstante, la historia económica enseña también que el liderazgo en la producción petrolífera no está necesariamente acompañado por un dominio tecnológico del país productor. El desarrollo tecnológico constituye una prioridad incluso para los países que tienen una larga historia en el sector puesto que, como explicaremos a lo largo del trabajo, las actividades de alta complejidad tecnológica están controladas por pocas grandes empresas de servicios<sup>15</sup>.

Cuarto, los países latinoamericanos han afrontado dificultades en imitar el modelo de desarrollo de las economías asiáticas que lograron el llamado “milagro” del crecimiento económico con incremento de la productividad. En cambio, en la primera década del siglo XXI ocurrió una “reprimarización” de las economías latinoamericanas alentada en gran medida por el auge de los productos básicos los cuales constituían una cuota muy elevada de las exportaciones regionales en esa década (CEPAL, 2010)<sup>16</sup>. Este fenómeno fue fortalecido

---

<sup>13</sup> El dato incluye petróleo crudo, óleo de esquisto (*tight oil*), petróleo a partir de arenas (*sands oil*) y gas natural licuado (GNL).

<sup>14</sup> Fuente: ANP, 2016. *Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural*, n.º 76, diciembre de 2016.

<sup>15</sup> Al respecto, es elocuente la siguiente afirmación del ministro de petróleo de Kuwait, Ali Al-Omar: “*we still rely on worldwide technologies in order to improve our production, so the strategy is to build our national technological capabilities*” (Henni, 2015a: 79). La afirmación es relevante siendo que Kuwait fue el 9º productor mundial de crudo en 2015 (BP, 2016a).

<sup>16</sup> La relevancia de los recursos naturales en las economías en desarrollo es notable también para los países que sí han tenido un avance industrial en las últimas décadas (como es el caso de Brasil) y que, no obstante, corren el riesgo de una desindustrialización prematura (Rodrik, 2015). Al respecto, cabe destacar que la contribución de la industria al PIB de Brasil se ha reducido de un 28,7 %, en 2004, a un 23,4 %, en 2014 (fuente: nuestra elaboración a partir de datos del IBGE). Además, a partir de los años 2000 la estructura del comercio exterior de Brasil se ha desequilibrado hacia la exportación de productos básicos y de productos

también por las estrategias de inserción externa derivadas del Consenso de Washington aplicadas en la región a partir de la década de los noventa.

Quinto, el petróleo y el gas natural tienen una naturaleza finita y su consumo es uno de los principales determinantes de la emisión antrópica de gases de efecto invernadero (IEA, 2015a). No obstante, el gobierno brasileño no ha renunciado a su explotación y, además, ha implementado una serie de instrumentos para promover el desarrollo tecnológico en el sector petrolero. Se trata de iniciativas pioneras en el mundo que constituyen una referencia para otros países, especialmente para aquellos que poseen reservas petroleras en condiciones geológicas similares a las de Brasil<sup>17</sup>.

Sexto, el petróleo y el gas natural mantienen un profundo carácter estratégico en tema de seguridad energética y de soberanía nacional. Eso es muy relevante para Brasil siendo que, como señalamos antes, el país está entre los mayores productores mundiales de crudo y su posición se consolidará en los próximos años. El sector petrolero puede crear nuevas oportunidades económicas para el país debido al tamaño gigantesco de las reservas del Presal que, según estimaciones recientes en términos de barriles de petróleo equivalente (boe<sup>18</sup>), superarían los 55 000 MMboe<sup>19</sup>. No obstante, las reservas del país se encuentran predominantemente en campos mar adentro, en aguas profundas y ultraprofundas<sup>20</sup>, lo que requiere el desarrollo de tecnologías de alta complejidad.

Por último, en la última década ha ocurrido un renovado interés en torno a las políticas industriales y las políticas de ciencia, tecnología e innovación<sup>21</sup>. La Agenda 2030 para el

---

industriales de baja tecnología; por otro lado, el país ha importado principalmente y de forma siempre más consistente productos industriales de alta y medio-alta tecnología (fuente: nuestra elaboración a partir de datos del Ministerio del Desarrollo, Industria y Comercio Exterior).

<sup>17</sup> Hay evidencia científica que diversos países de África occidental poseen condiciones geológicas similares a las de Brasil, lo que hace suponer la existencia de notables reservas petrolíferas. Véase: Wertheim, P.H., 2010. Geological similarities with Brazil's pre-salt attract investments to Africa. *Offshore-Mag*, 76 (1), enero de 2010.

<sup>18</sup> Un barril corresponde a 42 galones estadounidenses o 158,9873 litros. Un barril de petróleo equivalente (boe) es una unidad de energía equivalente a la energía liberada por la quema de un barril de petróleo crudo.

<sup>19</sup> Fuente: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), 2016. *Carta da Indústria*. Edición especial de mayo de 2016. Para dar algunos ejemplos, el campo Tupi (hoy Lula) tiene volúmenes recuperables estimados entre 5000 MMboe y 8000 MMboe. A su vez, el campo Guará tiene volúmenes recuperables de entre 1100 MMboe y 2000 MMboe. Se estima que solo el bloque Libra contenga entre 3700 MMboe y 15 000 MMboe y que en su pico de producción podría alcanzar unos 1,4 MMbd. Fuente: Petrobras y Shell Brasil.

<sup>20</sup> La expresión “aguas profundas” se refiere a una profundidad submarina de entre 300 metros y 1500 metros; una profundidad superior a 1500 metros es considerada “agua ultraprofunda” (Petrobras, 2014: 70).

<sup>21</sup> Definimos la política industrial en sentido amplio como un conjunto de iniciativas gubernamentales que favorecen de forma deliberada y selectiva algunos sectores, actividades o empresas con el objetivo desincentivar el desarrollo industrial y guiar el proceso de cambio estructural de una economía. Por política de ciencia, tecnología e innovación (política de innovación) entendemos un conjunto de iniciativas



Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas ha establecido que la integración de ambas políticas es crucial para promover el desarrollo tecnológico e industrial (objetivo nueve de la Agenda). A lo largo del trabajo explicaremos que estas políticas son muy relevantes en el caso brasileño.

Pues bien, el impacto de la explotación petrolífera en el desarrollo tecnológico del sector petrolero ha sido escasamente investigado. Los trabajos anteriores sobre el caso brasileño han analizado las redes de conocimiento de Petrobras en la etapa del monopolio (Dantas y Bell, 2009), las inversiones en I+D de la misma compañía (De Oliveira y De Oliveira Figueiredo, 2013) y la colaboración científica entre Petrobras y algunas universidades brasileñas (Porto et al., 2013; Turchi y Porto, 2013). Otras tesis doctorales han investigado la evolución de la estrategia empresarial de Petrobras tras la ruptura del monopolio estatal (Silva, 2010), la relación entre la influencia gubernamental sobre Petrobras y la maximización del valor para los accionistas (Bispo, 2015), y los efectos comparados de diferentes regímenes contractuales de explotación petrolífera (Consoli, 2015).

A diferencia de estos trabajos, esta investigación pretende contestar a una pregunta central: ¿cómo las actividades de exploración y producción de petróleo y gas natural en Brasil contribuyeron al desarrollo tecnológico del sector petrolero doméstico en el período 1998-2015?

Junto con este interrogante, vamos a plantear una serie de preguntas secundarias que serán respondidas en orden a lo largo del trabajo:

- i) ¿Cuáles han sido los factores determinantes del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño?
- ii) ¿Qué mecanismos han promovido el desarrollo tecnológico en este sector?
- iii) ¿Cómo se han relacionado los actores implicados en el desarrollo tecnológico?

Responder a estas preguntas requiere una previa revisión crítica de la literatura sobre el nexo general entre recursos naturales y desarrollo económico, que abordaremos en la primera parte del trabajo. El objetivo general de la investigación es descubrir cómo la explotación del petróleo y el gas natural en Brasil contribuyó al desarrollo tecnológico en el sector petrolero nacional entre 1998 y 2015.

---

gubernamentales cuyo propósito es fomentar la creación, adaptación y difusión de conocimiento científico y tecnología en una economía.

Considerando este propósito general, nuestros objetivos específicos son:

- i) Revisar críticamente las teorías pertinentes con el propósito de identificar las aportaciones esenciales para profundizar en el concepto y en los determinantes del desarrollo tecnológico.
- ii) Desarrollar una propuesta analítica que establezca las variables a ser consideradas para el análisis del desarrollo tecnológico, así como otros elementos teóricos, empíricos y metodológicos.
- iii) Analizar y valorar los factores determinantes y los mecanismos del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño.

Como adelantábamos arriba, el gobierno brasileño ha implementado una serie de mecanismos institucionales para incentivar el desarrollo tecnológico, en particular la mencionada cláusula de I+D. La cláusula de I+D constituye un instrumento de política pionero en el sector petrolero mundial<sup>22</sup>. No obstante, la propia ANP no ha realizado ni posee estudios empíricos sobre los impactos de ese mecanismo, lo que hace urgente y sumamente relevante su investigación. Por ende, vamos a plantear lo siguiente.

Hipótesis principal. La cláusula de I+D establecida por la ANP ha fomentado la realización de proyectos de investigación por parte de compañías petroleras, empresas de servicios, universidades y centros de investigación los cuales han contribuido al desarrollo tecnológico entre 1998 y 2015.

De la hipótesis principal vamos a derivar tres hipótesis secundarias relativas al papel en el desarrollo tecnológico de los distintos actores implicados en la cláusula de I+D (capítulo 7).

La metodología de investigación que hemos adoptado para comprobar las hipótesis y contestar nuestras preguntas consiste en un estudio de caso. Entre 2015 y 2016 hemos realizado un trabajo de campo durante una estancia de investigación en el destacado Instituto de Economía de la Universidad Estatal de Campinas (*Universidade Estadual de Campinas*, UNICAMP).

---

<sup>22</sup> Una versión similar a la cláusula de I+D fue aplicada en 1978 en Noruega: en la cuarta ronda de licitación de bloques exploratorios se introdujeron acuerdos en base a que las compañías petroleras se comprometieron a realizar en el país al menos un 50 % de la investigación necesaria para el desarrollo de un campo petrolero. Sin embargo, estos acuerdos tuvieron escasa aplicación. Así pues, en 1979 fueron introducidos acuerdos de buena voluntad (*goodwill agreements*) en base a que las compañías petroleras se obligaron a realizar en Noruega cuanta más actividad de I+D fuera posible. Cabe destacar que no se trataba de una obligación legal, como sí es la cláusula de I+D. Las compañías presentes en Noruega tenían que someter un mero informe anual al *Research Council of Norway* para mostrar sus actividades de I+D en el país. En 1994, con la adhesión de Noruega al Espacio Económico Europeo, estos acuerdos fueron abolidos y se pasó a exigir a las compañías petroleras de demostrar una sólida experiencia tecnológica y de investigación en el sector petrolero, así como su disponibilidad a transferir conocimiento y tecnología a las empresas noruegas. Véase: Vorobyov (2012).

A través del trabajo de campo hemos recogido datos de fuentes primarias y secundarias. En concreto, hemos entrevistado a 76 expertos clave del sector petrolero brasileño: i) 45 gerentes de empresas y de asociaciones relevantes del sector; ii) dieciséis coordinadores de proyectos financiados por la cláusula de I+D; y iii) tres funcionarios de la agencia reguladora del sector. Además, hemos realizado una encuesta a través de un cuestionario anónimo que ha sido completado por 156 coordinadores de proyecto financiados por dicha cláusula. Por último, hemos visitado personalmente la sede y el centro de I+D de Petrobras, así como de otras compañías petroleras y de empresas de servicios relevantes para la investigación.

La aportación original de la Tesis consiste en mostrar que la implementación por parte del Estado de una cláusula contractual para obligar a las compañías petroleras a invertir en I+D en el país puede fomentar el desarrollo tecnológico en el sector petrolero nacional. Además, la investigación evidencia que los distintos actores implicados en dicha cláusula contribuyen al desarrollo tecnológico de forma diferente, a saber, Petrobras, las otras compañías petroleras, las empresas de servicios, las universidades y los centros de investigación. A nivel más general, la Tesis contribuye al estudio de los impactos en el desarrollo tecnológico de la explotación de los recursos naturales en los países en desarrollo. Como adelantábamos, la cláusula de I+D constituye un instrumento pionero en el sector petrolero mundial cuyos impactos, que todavía no han sido investigados, pueden proporcionar un conocimiento de suma importancia para otros países productores de crudo y gas natural.

Conviene señalar que en el marco teórico no vamos a analizar los enfoques que tratan la relación entre recursos naturales y desarrollo económico desde perspectivas relacionadas con la postura del postdesarrollo (Escobar, 2005a, 2005b)<sup>23</sup>. Esta corriente ha influido en el surgimiento de diversas posturas que critican la estrategia “extractivista” de algunos países en desarrollo (Veltmeyer, 2002, 2007; Acosta, 2009; Gudynas, 2009, 2011)<sup>24</sup>. Otras aportaciones

---

<sup>23</sup> En esa corriente han confluído herramientas críticas del postestructuralismo francés surgido en la década de los sesenta. La aproximación del postdesarrollo cuestiona la base cultural e ideológica que sustenta el concepto “convencional” de desarrollo entendido como crecimiento económico: lo considera una herencia del pensamiento y del discurso colonial occidental (Escobar, 2005b: 70-73). El desarrollo es visto como “... una ‘invención’ que resultó de la historia de la posguerra y que, desde sus inicios, moldeó ineluctablemente toda posible concepción de la realidad y la acción social” (Escobar, 2007:12). La postura del postdesarrollo reivindica un concepto más amplio y complejo de desarrollo: no busca un “desarrollo alternativo” (como planteado, por ejemplo, en el Manifiesto de Porto Alegre, que contiene doce propuestas para “otro mundo posible” formuladas en el Foro Social Mundial de 2005), sino que busca más bien una “alternativa al desarrollo” (Acosta, 2012).

<sup>24</sup> Los críticos contra el modelo extractivista defienden la necesidad de una redefinición de los principios que rigen el modelo de desarrollo incluyendo: la sostenibilidad; la solidaridad; la reciprocidad; la complementariedad; la diversidad cultural; y la identidad. Es decir, se plantea que las salidas al extractivismo se encuentran en las alternativas al concepto convencional de desarrollo (Gudynas, 2009). La corriente postextractivista postula un desacoplamiento entre el crecimiento económico y la alternativa de desarrollo que

que deberían ser consideradas derivan de la Economía Ecológica<sup>25</sup>, la Ecología Política<sup>26</sup> y los enfoques ecofeminista y ecocomunitario<sup>27</sup>. Estas contribuciones enriquecen el debate sobre recursos naturales y desarrollo económico con aspectos de suma importancia, pero no centrales para el objeto de estudio de la Tesis. Aquí no tenemos la pretensión de buscar “alternativas al desarrollo”, sino que vamos a profundizar en la dimensión tecnológica de la explotación de los recursos naturales para demostrar que es crucial para el desarrollo.

Pues bien, esta obra está constituida por tres partes y nueve capítulos. En la primera parte (capítulos 1 y 2) se elaborará el marco teórico de la Tesis, procediendo de las cuestiones más generales a las más particulares. En el primer capítulo se revisarán las aportaciones teóricas y empíricas que abordan la compleja relación entre recursos naturales y desarrollo económico. Compararemos coincidencias y divergencias entre los enfoques y elaboraremos un marco conceptual basado en las complementariedades entre neoinstitucionalismo y neoestructuralismo latinoamericano. A partir de ello, destacaremos la relevancia del desarrollo tecnológico basado en recursos naturales.

En el capítulo 2 definiremos los conceptos de tecnología y desarrollo tecnológico. Abordaremos diferentes contribuciones teóricas y empíricas para determinar y comparar las aportaciones pertinentes con nuestro análisis; nuestro propósito es establecer los factores determinantes del desarrollo tecnológico y elaborar una propuesta analítica para el estudio de este fenómeno.

---

defiende. A diferencia de la postura del decrecimiento (Latouche, 2009), aquel acercamiento reconoce que “... el desacople entre otro desarrollo y crecimiento, no implica necesariamente apoyar las ideas del llamado ‘decrecimiento’” (Gudynas, 2011: 208). Cabe resaltar que los defensores de una transición hacia el postextractivismo no abogan por prohibir todas las formas de extractivismo ni por dejar de explotar los recursos naturales (Acosta, 2009).

<sup>25</sup> La incorporación de las leyes de la termodinámica en el análisis de los procesos económicos ha cuestionado los fundamentos de la Economía Ambiental consolidando las bases de la Economía Ecológica. Esta corriente interpreta la economía como un sistema abierto a la entrada de energía solar e incorpora la evaluación física de los impactos ambientales de la actividad humana para cuestionar la sustentabilidad de la economía. La Economía Ecológica se distancia de la Economía Ambiental por su crítica a la incompatibilidad entre crecimiento económico y mantenimiento de los servicios ecológicos a largo plazo (Martínez Alier, 2004).

<sup>26</sup> La Ecología Política ha estudiado los conflictos de distribución ecológica y cultural en torno a los recursos naturales (Martínez Alier, 2004; Escobar, 2005a; Ráez Luna, 2011). Esa aproximación reúne varias tradiciones y líneas de pensamiento y está influida tanto por la Economía Política como por la Economía Ecológica. La Ecología Política propone un análisis crítico de las relaciones de poder y de desigualdad en el acceso y uso de los recursos naturales. Véase: Martínez Alier (2004) y Escobar (2005a).

<sup>27</sup> Estas corrientes recuperan aportaciones filosóficas ancladas en los conocimientos ancestrales de los pueblos indígenas; algunas de ellas han sido recogidas en las constituciones de Ecuador y de Bolivia, respectivamente el Buen Vivir o *sumak kawsay* (en quechua) y el Vivir Bien o *suma qamaña* (en aimara). El Buen Vivir defiende una cosmovisión radicalmente diferente de la capitalista basada en el progreso como acumulación ilimitada de objetos materiales. El Buen Vivir propone el comunitarismo como modo de vida de las sociedades originarias que viven en armonía con la naturaleza (Macas, 2011). Sobre ecofeminismo y ecocomunitarismo véanse Sarmiento Sánchez (2008) y Wilhelmi (2011).

En la segunda parte (capítulos de 3 a 7) desarrollaremos nuestra propuesta analítica. En el capítulo 3 analizaremos las características estructurales del sector petrolero otorgando relevancia a las peculiaridades del caso brasileño. En el capítulo 4 investigaremos las estrategias tecnológicas de los actores privados que participan en el sector petrolero. Además, ilustraremos las interdependencias entre compañías petroleras y empresas de servicios.

En el capítulo 5 estudiaremos la formación histórica y las funciones de los actores públicos implicados en el sector petrolero brasileño. En particular, profundizaremos en la historia y el rol de Petrobras. En el capítulo 6 abordaremos el marco institucional del sector petrolero brasileño. Empezaremos por el marco regulador general para luego analizar las instituciones específicas que han sido implementadas para fomentar el desarrollo tecnológico en ese sector. Por otra parte, en el capítulo 7 explicaremos la metodología del estudio de caso.

En la tercera parte (capítulos 8 y 9) se expondrán e interpretarán los resultados del estudio de caso. En el capítulo 8 indagaremos el papel de Petrobras en el desarrollo tecnológico en perspectiva histórica. Además, estudiaremos la contribución al desarrollo tecnológico por parte de las empresas de servicios. En el capítulo 9 analizaremos y evaluaremos la contribución al desarrollo tecnológico por parte de las universidades y los centros de investigación.

Por último, discutiremos las conclusiones finales de la Tesis, sus limitaciones y propuestas de investigación futura.

---

## **PARTE I**

# **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

---



## LOS RECURSOS NATURALES: APROXIMACIONES TEÓRICAS

En la introducción de la Tesis señalamos que los recursos naturales pueden desempeñar un papel relevante en la economía. Por ende, cabe preguntarse: ¿es posible promover el desarrollo económico de un país a partir de la explotación de sus recursos naturales? De ser posible, ¿cómo el aprovechamiento de los recursos puede fomentar el desarrollo económico?

Con estos interrogantes, en este capítulo se analiza la literatura teórica y empírica para sistematizar los enfoques pertinentes para el estudio del nexo entre recursos naturales y desarrollo económico (1.2 y 1.3). Posteriormente, vamos a discernir las variables a través que aproximarnos al estudio de nuestro tema (1.4 y 1.5).

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Antes de abordar la revisión de literatura son indispensables algunas aclaraciones conceptuales. Por recursos naturales entendemos tanto las materias primas extraídas del subsuelo (minerales, petróleo, gas natural, etc.) como los productos agrícolas.

Definimos el desarrollo económico como un proceso de transformación de largo plazo en la importancia relativa de los sectores económicos, en términos de composición y distribución del producto y los factores productivos (Rosentein-Rodan, 1943; Nurkse, 1953; Lewis, 1955; Furtado, 1961; Hirschman, 1961; Kaldor, 1961; Chenery, 1979, 1986; Rodríguez, 1980; Fajnzylber, 1983; Cimoli et al., 2005)<sup>28</sup>.

El cambio estructural es caracterizado por un desplazamiento de las actividades de baja productividad y escasa complejidad tecnológica hacia las de alta productividad y elevada complejidad tecnológica (UNIDO, 2013; UNCTAD, 2015). Este proceso genera mayor valor

---

<sup>28</sup> La teoría del Desarrollo Económico trata de explicar desde una perspectiva macroeconómica “... as causas e o mecanismo do aumento persistente da produtividade do fator trabalho e suas repercussões na organização da produção e na forma como se distribui e utiliza o produto social” (Furtado, 1961: 19). De acuerdo con Furtado (1961), el proceso de desarrollo económico ocurre sea a través de la combinación de nuevos factores productivos existentes al nivel de técnica conocida, sea a través de la introducción de innovaciones técnicas.



añadido en la economía y nuevas oportunidades de empleo, siendo así tanto causa como consecuencia del crecimiento económico de largo plazo (CEPAL, 2007; UNIDO, 2009; UNECA, 2015).

Tras definir las nociones de recursos naturales y de desarrollo económico, vamos a abordar la literatura sobre la relación entre los dos elementos. Puesto que ha ocurrido una evolución gradual del pensamiento sobre el tema<sup>29</sup>, la estructura que vamos a seguir es la siguiente. Para empezar, revisaremos los autores que sostienen la tesis de la maldición de los recursos. Se trata de un amplio conjunto de aportaciones que comparten la constatación de una serie de consecuencias negativas en el desarrollo derivadas de la explotación de los recursos.

En este ámbito, Ross (1999) ha identificado una serie de explicaciones económicas y políticas de la maldición de los recursos<sup>30</sup>. Reconociendo la contribución seminal del autor sobre la necesidad de integrar cuestiones económicas y políticas, aquí proponemos una sistematización diferente de los enfoques teóricos distinguiendo entre la postura de la maldición de los recursos y la visión que llamaremos “de contingencia” en tanto que admite la posibilidad que los recursos naturales contribuyan al desarrollo económico bajo determinadas condiciones. Con respecto a la primera postura, vamos a abordar los temas de la enfermedad

---

<sup>29</sup> Entre las primeras contribuciones del pensamiento económico en materia cabe destacar que en el siglo XVIII los fisiócratas interpretaron los recursos agrícolas como fuente de riqueza (producto neto) y como impulso al intercambio comercial entre los diferentes sectores de una economía, el *Tableau Économique* (Meek, 1975). En los años treinta del siglo XX el debate sobre recursos naturales y desarrollo económico retomó vigor gracias a la tesis del producto básico (*staple thesis*); en base a ella, la exportación de materias primas estimula el crecimiento económico y la diversificación productiva mediante una mayor atracción de capital y empleo en la economía (Innis, 1930; Watkins, 1963). Posteriormente, en los años cincuenta y sesenta, algunos miraron con moderado optimismo al potencial de los recursos naturales para fomentar el desarrollo económico (Lewis, 1955; Viner, 1966). Otros argumentaron que los recursos podían contribuir al despegue económico y la modernización de un país (Rostow, 1964).

<sup>30</sup> Ross (1999) ha incluido en las explicaciones económicas las siguientes: i) el declino de los términos de intercambio de los productos básicos; ii) la inestabilidad de los mercados internacionales de productos básicos (alta volatilidad de los precios); iii) la debilidad de enlaces entre el sector intensivo en recursos naturales y otros sectores; y iv) la enfermedad holandesa. Por otra parte, las explicaciones políticas incluyen: i) explicaciones cognitivas (el auge del sector intensivo en recursos naturales genera una especie de miopía entre los políticos, que limitan el ámbito de sus iniciativas en el corto plazo); ii) explicaciones sociales (la exportación de productos básicos tiende a empoderar sectores, empresas y grupos sociales que actúan en favor de determinadas políticas que limitan el crecimiento económico del país); y iii) explicaciones centradas en el Estado (el auge del sector intensivo en recursos naturales tiende a debilitar las instituciones públicas favoreciendo la consolidación de un Estado rentista). Además de las explicaciones económicas y políticas, Ross (1999) ha propuesto otras dos: i) el papel de las empresas estatales en la gobernanza de los recursos naturales; y ii) la incapacidad del Estado de hacer cumplir los derechos de propiedad. Sin embargo, el autor no termina de aclarar la peculiaridad de estas dos últimas explicaciones respecto a las otras ilustradas arriba. Además, a nuestro entender, algunas explicaciones que el autor ha incorporado en la maldición de los recursos deben ser analizadas dentro de la visión de contingencia. Por tanto, vamos a proponer una sistematización diferente del autor.

holandesa y del Estado rentista. En cuanto a la segunda, vamos a investigar las aportaciones afines a dos escuelas teóricas: el neoinstitucionalismo y el neoestructuralismo latinoamericano<sup>31</sup>.

## 1.2 LA MALDICIÓN DE LOS RECURSOS

### 1.2.1 LA ENFERMEDAD HOLANDESA

El término enfermedad holandesa fue acuñado en un artículo publicado en 1977 por la revista *The Economist* tras el descubrimiento de amplios campos petroleros en el mar del Norte en la década de los sesenta<sup>32</sup>. Ese evento condujo a un auge de las exportaciones de gas natural de los Países Bajos y a una significativa apreciación de su divisa nacional, que afectó negativamente a la competitividad exportadora de algunos sectores domésticos.

Según la interpretación general de la enfermedad holandesa, un incremento firme y sostenido de los ingresos derivados de la exportación de recursos naturales es capaz de afectar, principalmente vía apreciación del tipo de cambio real, a la competitividad externa de otros sectores transables, en particular la manufactura. El rasgo central de ese fenómeno es que puede ocurrir una desindustrialización en la economía interesada a través de los mecanismos que explicamos a continuación (Bruno y Sachs, 1982; Corden y Neary, 1982; Krugman, 1987).

En primer lugar, la desindustrialización ocurre directamente, debido a que el empleo, la producción y otros recursos de la economía empiezan a moverse hacia el sector intensivo en recursos naturales (efecto movimiento de recursos o *resource movement effect*)<sup>33</sup>.

Al mismo tiempo, el incremento del ingreso en la economía alienta una mayor demanda de productos transables y no transables (efecto consumo o *consumption effect*), además de apreciar el tipo de cambio nominal. Asumiendo que el precio de los productos transables es determinado en el mercado internacional (los primeros modelos teóricos consideraban una pequeña economía abierta), el aumento de la demanda de consumo se traduce en mayores importaciones. Así, los precios en el sector no transable inflan los costes de los insumos y los

---

<sup>31</sup> Cabe destacar que, además de las corrientes de nuestro interés, hay otras que indagan el nexo entre recursos naturales y desarrollo económico desde perspectivas diferentes, así como señalamos en la introducción de este trabajo (e.g. Economía Ecológica).

<sup>32</sup> Véase: The Economist, 1977. *The Dutch Disease*. The Economist, 26/11/1977: pp.82-83.

<sup>33</sup> Nótese que los modelos originales asumen que el sector intensivo en recursos naturales tiene un producto marginal superior a lo de otros sectores.

salarios. Todo ello se traduce en una reducción de los beneficios de las empresas en el sector transable y en una menor competitividad de las exportaciones en ese sector.

En segundo lugar, la desindustrialización ocurre indirectamente, por efecto del incremento relativo de los salarios respecto a la productividad del trabajo (y por ende del coste unitario laboral), que es consecuencia de la mayor demanda de empleo generada por el auge del sector primario.

Además de estos dos mecanismos, algunos han destacado que la enfermedad holandesa debilita el crecimiento económico de un país debido a que la manufactura tiene un papel crucial en estimular a la productividad y la cualificación de los recursos humanos vía proceso de aprendizaje (*learning by doing*) (van Wijnbergen, 1984). En otras palabras, la preocupación es que la explotación de recursos naturales genere una escasa acumulación de capital humano, siendo una actividad de escaso contenido tecnológico y que demanda recursos humanos de baja cualificación (Kim, 1998; Gylfason et al., 1999; Bravo-Ortega y De Gregorio, 2005)<sup>34</sup>.

Cabe notar que los primeros modelos de la enfermedad holandesa consideraban una estructura económica muy simplificada y asunciones teóricas estrictas. Posteriormente, los académicos han elaborado modelos más sofisticados y han introducido la posibilidad de una intervención gubernamental para contrastar el fenómeno (Corden, 1984; Van Wijnbergen, 1984)<sup>35</sup>. Sin embargo, se ha mantenido una concepción mecanicista del proceso de desindustrialización la cual hace hincapié en la pura dinámica de variables macroeconómicas.

Los trabajos sobre la enfermedad holandesa han señalado el problema de la volatilidad de los precios de los productos básicos y sus consecuencias en el manejo del presupuesto estatal. Hay amplio acuerdo en que, para contrastar ese factor adverso, el Estado debería destinar los ingresos fiscales (generados por la explotación de los recursos naturales) hacia la creación de fondos de reserva y estabilización. Además, se recomienda la adopción de políticas monetarias, fiscales y cambiarias prudentes para limitar el papel del Estado en la economía (Budina et al., 2006; Gianella, 2007; Lama y Medina, 2010; Baunsgaard et al., 2012; Berg et al., 2012; FMI, 2012a, 2012b).

---

<sup>34</sup> En concreto, los trabajadores se trasladan al sector primario (atraídos por su auge); esa migración desplaza las actividades de formación y capacitación de recursos humanos y causa una erosión progresiva del capital humano en la economía afectando al crecimiento económico de largo plazo. Además, puede ocurrir un desplazamiento de la iniciativa empresarial: durante el auge del sector primario las inversiones privadas tienden a orientarse hacia el sector intensivo en recursos naturales (Sachs y Warner, 2001).

<sup>35</sup> En particular, se ha considerado la posibilidad de introducir subsidios públicos para sostener el sector transable afectado por la enfermedad holandesa (Corden, 1984; Van Wijnbergen, 1984).

Los modelos teóricos de la enfermedad holandesa han sido cuestionados desde el lado empírico. Davis (1995) y Sarraf y Jiwanji (2001) han encontrado correlaciones espurias entre el auge del sector primario y el crecimiento económico. Además, en los trabajos que hemos revisado no hemos encontrado un consenso generalizado sobre cómo interactúan todos los mecanismos supuestos por dichos modelos (Caselli y Michaels, 2009; Ismail, 2010).

Por otra parte, algunos han profundizado en los efectos causados por la apreciación del tipo de cambio real (Caballero y Lorenzoni, 2007), no obstante, la evidencia empírica acerca de su impacto neto en el crecimiento económico no parece conclusiva (Magud y Sosa, 2010).

En nuestra opinión, otra limitación sustancial de los trabajos de la enfermedad holandesa consiste en la escasa atención en las implicaciones de este fenómeno para los países en desarrollo. Eso es debido a una carente profundidad de análisis sobre las características históricas y estructurales de las economías estudiadas. Es necesario considerar que cada país tiene una específica composición de la industria que determina cómo las diferentes ramas industriales responden al auge del sector intensivo en recursos naturales<sup>36</sup>.

Por último, los trabajos que hemos analizado contradicen la experiencia histórica de países que no solo lograron evitar la enfermedad holandesa, sino que además impulsaron con éxito una industrialización que se encontraba en fase incipiente (Findlay y Lundhal, 1999; De Ferranti et al., 2002; Wright y Czelusta, 2002; Larsen, 2004; Blomström y Kokko, 2007). La enfermedad holandesa no es inexorable ni constituye un obstáculo insuperable al desarrollo económico basado en recursos naturales siendo que la intervención gubernamental puede mitigar sus efectos. Aunque el fenómeno sí tiene relevancia y debe ser tenido en cuenta por los gobiernos nacionales, a nuestro entender es esencial profundizar en otros elementos relativos al papel del Estado en la gestión de los recursos naturales.

### 1.2.2 EL ESTADO RENTISTA

Una vertiente de la maldición de los recursos ha interpretado este fenómeno a través de la explicación del Estado rentista (Mahdavi, 1970). La tesis central de esta corriente radica en que

---

<sup>36</sup> En algunos países la industria tiene un elevado peso en la economía y puede contrastar los efectos de la enfermedad holandesa usando su poder económico para obtener una mayor protección del Estado.

los gobiernos nacionales que reciben elevados ingresos de la explotación de los recursos naturales tienden a ser menos responsables hacia sus ciudadanos<sup>37</sup>.

Una idea clave de esa postura consiste en que la renta generada por los recursos naturales incentiva los actores a gastar más en actividades improductivas con el mero fin de buscar rentas (*rent-seeking*), legal o ilegalmente (Leite y Weidmann, 1999; Bhattacharyya y Hodler, 2009; Caselli y Michaels, 2009). La búsqueda de rentas y la opaca transparencia en la gestión de las rentas incentivan el Estado a adoptar políticas públicas cortoplacistas que obstaculizan el crecimiento económico de largo plazo (Beblawi y Luciani, 1987; Gelb y asociados, 1988; Auty, 1994, 2001).

Algunos trabajos han hecho hincapié en los fenómenos más extremos del rentismo y han asociado la explotación de los recursos naturales a conflictos armados, guerras civiles y autoritarismo estatal (Ross, 2001, 2004; Collier y Hoeffler, 2004; Lei y Michaels, 2014)<sup>38</sup>. En ese ámbito, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han denunciado los conflictos sociales y medioambientales que surgen en los países en desarrollo con abundantes recursos naturales (PNUMA, 2009; 2013; PNUD, 2011, 2012). Sin embargo, estos resultados han sido cuestionados por algunos autores. Entre otros, Brunnschweiler y Bulte (2008) han mostrado una correlación positiva entre abundancia de recursos naturales e ingresos y han indicado que el primer factor puede *reducir* la probabilidad de guerras en los países interesados.

Es interesante notar que la tesis del Estado rentista se apoya en fundamentos de la teoría de la elección pública (*public choice*): se asume que los burócratas son actores racionales que buscan mantener el poder suministrando amplios incentivos públicos. El aparato estatal es visto como un ente predatorio y corrupto: la inadecuada gobernanza de los recursos naturales es atribuida principalmente a fallos del Estado (Tornell y Lane, 1999; Torvik, 2002; Hammond, 2011). Por ello, se argumenta que es necesario introducir reglas fiscales para obligar los gobiernos nacionales a limitar el gasto público (van der Ploeg, 2010).

A nuestro entender, la postura del Estado rentista resulta simplista y demasiado pesimista sobre el rol de la intervención gubernamental; en particular, no explica la experiencia positiva

---

<sup>37</sup> Eso ocurre porque el mayor ingreso fiscal refuerza el presupuesto estatal y permite al gobierno nacional “relajar” las obligaciones tributarias debidas por sus contribuyentes; eso reduce las reclamaciones sociales y ayuda a mantener el consenso político en el país.

<sup>38</sup> Ley y Michaels (2014) han investigado cómo la renta de los recursos naturales afecta al riesgo que se generen conflictos armados. Usando una base de datos de 193 países, los autores han encontrado que si bien el descubrimiento de grandes yacimientos aumenta la producción y la exportación petrolífera, por otro lado incrementa la incidencia de conflictos.

de países con abundantes recursos naturales que lograron promover un proceso de industrialización (Evans, 1989; Findlay y Lundhal, 1999; Sarraf y Jiwanji, 2001). Hay evidencia reciente que contradice el argumento del Estado rentista, como demuestran, entre otros, los casos de Chile (Fuentes, 2010), Botswana (Mbayi, 2011) y Zambia (Lippert, 2014). Haber y Menaldo (2011) han demostrado que los estudios empíricos que defienden una relación negativa entre abundancia de recursos naturales y democracia presentan profundas carencias metodológicas<sup>39</sup>.

En conclusión, la postura del Estado rentista no parece proporcionar la clave para abrir la caja negra del nexo entre recursos naturales y desarrollo económico. Por otra parte, algunos han derivado hacia posturas menos deterministas señalando que la trayectoria del desarrollo de una economía rentista depende tanto de las estructuras político-institucionales como de las estructuras sociales (Karl, 1997)<sup>40</sup>. Precisamente en torno al papel de las instituciones se ha desarrollado una amplia literatura que vamos a discutir en el siguiente apartado.

### 1.3 VISIONES DE CONTINGENCIA

#### 1.3.1 PERSPECTIVA NEOINSTITUCIONALISTA

A partir de la década de los noventa, la consolidación del neoinstitucionalismo (*New Institutional Economics*) ha aportado a la teoría económica un nuevo marco conceptual que ha evidenciado el papel de las instituciones en la gestión de los recursos naturales<sup>41</sup>. De acuerdo con la definición seminal de North (1990: 4): “*institutions include any form of constraints that human beings devise to shape human interaction*”. Las instituciones consisten tanto en restricciones formales (Constitución, leyes, reglamentos, derechos de propiedad) como en restricciones informales (sanciones, tabús, costumbres, tradiciones y códigos de conducta). North ha precisado que las instituciones informales son más resistentes a cambios en las políticas públicas que las instituciones formales; por ello, una alteración de las reglas formales no determina automáticamente un cambio en las instituciones informales las cuales derivan de factores culturales que persisten en la trayectoria del cambio institucional.

---

<sup>39</sup> Andersen y Ross (2014) han replicado el estudio de Haber y Menaldo (2011) y han confirmado sus argumentos para el período anterior a la década de los ochenta del siglo XX.

<sup>40</sup> Este argumento está explicado en Palazuelos (2016).

<sup>41</sup> Cabe destacar que la relevancia de las instituciones en el desarrollo económico fue señalada anteriormente al surgimiento del neoinstitucionalismo. En particular, los pioneros de la Economía del Desarrollo argumentaron que las instituciones condicionan el crecimiento económico de largo plazo (Lewis, 1955).

Es importante distinguir entre instituciones y organizaciones. Según North (1990: 5): “*organizations include political bodies (political parties, the Senate, a city council, a regulatory agency), economic bodies (firms, trade unions, family farms, cooperatives), social bodies (churches, clubs, Athletic associations), and educational bodies (schools, universities, vocational training centers)*”. De esa forma, las instituciones son entendidas como las reglas del juego de una sociedad, mientras que las organizaciones representarían los jugadores los cuales adoptan un conjunto de estrategias para lograr sus objetivos.

Por un lado, la creación y la evolución de las organizaciones están influidas por el marco institucional; por otro lado, las organizaciones influyen la evolución del marco institucional, esto es, las organizaciones son agentes del cambio institucional. La interacción entre instituciones y organizaciones determina la trayectoria del cambio institucional, que es un proceso dinámico y condicionado por la herencia (*path dependence*), esto es, el marco institucional en un momento determinado está construido sobre las instituciones preexistentes<sup>42</sup>.

El rol de las instituciones ha sido incorporado en la investigación sobre recursos naturales. En un discutido estudio empírico, Sachs y Warner (1995, 2001) han encontrado una correlación negativa entre la abundancia de recursos naturales (medida como ratio de la exportación de recursos respecto al total) y el crecimiento económico en un amplio grupo de países. Estos resultados profundizaron la discusión sobre el papel de las instituciones en ese fenómeno.

Posteriormente, la investigación académica ha derivado hacia una postura menos determinista para tratar de descubrir qué instituciones afectan al crecimiento económico basado en los recursos naturales. Mehlum et al. (2006) han sostenido que el efecto de los recursos naturales en el crecimiento económico depende de la calidad de las instituciones estatales: cuando estas son más propensas a la corrupción (*grabber friendly*), la riqueza de recursos afecta negativamente a la renta agregada. En esa línea, Robinson et al. (2006) han argumentado que cuando las instituciones son débiles, la riqueza de recursos naturales afecta negativamente a la economía a través de un estímulo excesivo del empleo público y el clientelismo.

La corriente neoinstitucionalista ha sido particularmente influyente en la perspectiva adoptada por el Banco Mundial, que fue pionero en recomendar reformas institucionales a los países de América Latina y el Caribe a fin de promover una “estrategia minera” centrada en el papel de las buenas instituciones (Banco Mundial, 1996). Posteriormente, diversos expertos del

---

<sup>42</sup> Para profundizar en la definición de instituciones y organizaciones, véase Hodgson (2006).

Banco Mundial han profundizado en el tema. En concreto, Sinnott et al. (2010) han evidenciado que la calidad de las instituciones afecta al crecimiento económico basado en recursos naturales. Brahmabhatt et al. (2010: 112-113) han concluido que “... *issues of governance are at the root of economic problems associated with natural resource abundance*”.

Por otra parte, Toto Same (2009) y Barma et al. (2012) han defendido que la buena gobernanza (*good governance*) de los recursos naturales y la transparencia en la gestión de la renta de los recursos son condiciones necesarias para el crecimiento económico de largo plazo. Por último, De Rosa y Iootty (2012) han encontrado que un elevado grado de dependencia de un país de sus recursos naturales (en términos de exportación) está asociado con una pobre eficacia de la intervención gubernamental; a partir de ello han concluido que la calidad institucional determina el crecimiento económico basado en los recursos naturales.

En general, los neoinstitucionalistas defienden que el Estado debe limitarse a implementar políticas macroeconómicas y fiscales prudentes, así como a fortalecer la transparencia en la gestión de las rentas de los recursos (Gauthier y Zeufack, 2009). Cabe resaltar que ese argumento es defendido haciendo hincapié en una mera correlación positiva entre gobernanza de los recursos y crecimiento económico (Kauffman et al., 1999) y limitando el análisis a los índices de corrupción de los países exportadores de petróleo y gas (Banco Mundial, 2009).

Algunos estudios han tratado de averiguar si y cómo la riqueza de recursos naturales impacta en las instituciones, esto es, tratando las instituciones como variable endógena a la abundancia de recursos. Bulte et al. (2005) han encontrado que los recursos naturales tienen un impacto negativo en diferentes indicadores relativos al marco institucional; a partir de ello han derivado que las reformas institucionales son necesarias para promover el desarrollo basado en recursos naturales.

Luong y Weinthal (2010) han estudiado cinco países que formaron parte de la Unión Soviética y han concluido que la abundancia de petróleo debilita las instituciones estatales cuando el Estado ejerce un rol dominante en el sector petrolero. Los autores han argumentado que la propiedad de los recursos naturales afecta a la calidad de las instituciones; en otras palabras, el tipo de propiedad influye en la distribución de los derechos y el control sobre las rentas. Este argumento es muy pertinente con el análisis del caso brasileño debido al rol crucial de la compañía petrolera nacional, Petrobras (ver capítulos 3 y 5).



Los neoinstitucionalistas promueven la agenda de la buena gobernanza de los recursos naturales recomendando políticas macroeconómicas prudentes. Esta postura ha sido adoptada tanto por expertos del Banco Mundial como del Fondo Monetario Internacional (FMI) (Berg et al., 2012; FMI, 2012a, 2012b; Richmond et al., 2013; Deléchat et al., 2015; Gupta et al., 2015) y de las Naciones Unidas (PNUD, 2012; Sigam y García, 2012; PNUMA, 2013). En esa línea, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2016: 12) ha argumentado que el papel del Estado en el sector extractivo debe limitarse exclusivamente a: *“improve the investment climate and assess the ease of doing business in the country, strengthening enabling conditions for business development, such as removing trade and investment barriers”*. En el discurso del Banco Mundial se ha popularizado el uso de la expresión *calidad institucional* la cual indica la capacidad de las instituciones domésticas para asegurar la buena gobernanza de los recursos naturales<sup>43</sup>. En otros términos, los conceptos de calidad institucional y de buena gobernanza están entrelazados.

A nuestro entender, los trabajos que hemos podido revisar no logran aclarar plenamente la relación entre recursos naturales e instituciones. Parece más bien que las instituciones contemporáneamente afectan y están afectadas por la explotación de los recursos. Además, dichos trabajos no explican la peculiaridad de los indicadores de gobernanza para los países ricos en recursos naturales: por como está definida, la buena gobernanza parece necesaria en toda economía independientemente de la abundancia de recursos.

Con respecto a la relevancia de la calidad institucional, no hay evidencia empírica ampliamente compartida y conclusiva. El punto crítico reside en que existen notables discrepancias en la concepción y en la medición de la calidad institucional (Brunnschweiler, 2008)<sup>44</sup>. Además, algunos trabajos confunden las nociones de dependencia y de abundancia de los recursos naturales<sup>45</sup>. Tratando la dependencia de los recursos como variable endógena, Brunnschweiler y Bulte (2006) han concluido que las instituciones afectan a la dependencia incluso controlando por la abundancia; además, han encontrado que esta última afecta

---

<sup>43</sup> La calidad de las instituciones es normalmente medida por los indicadores mundiales de gobernanza (*Worldwide Governance Indicators*) publicados por el Banco Mundial los cuales hacen hincapié en una definición de la gobernanza como conjunto de tradiciones e instituciones a través de que la autoridad es ejercida en un país.

<sup>44</sup> Véanse también: Stijns (2000); Isham et al. (2003); Sala-i-Martin y Subramanian (2003); Ahrend (2005); Gaddy e Ickes (2005); y Lederman y Maloney (2008).

<sup>45</sup> Por ejemplo, el indicador usado por Sachs y Warner (1995) para aproximar la abundancia de recursos (ratio entre exportaciones de recursos naturales y PIB) es tratado frecuentemente como variable endógena en las regresiones; sin embargo, esta variable está condicionada por otros factores que inciden en el crecimiento económico (el denominador de esa ratio), en particular por el marco institucional y las políticas públicas.

positivamente a la calidad institucional y al crecimiento, lo que contradice la postura de la maldición de los recursos.

Otro aspecto crítico consiste en que el análisis de sección cruzada y las técnicas de datos de panel (métodos ampliamente utilizados por los neoinstitucionalistas) son sensibles al período de tiempo y al grupo de países seleccionados. Eso limita la consideración de las características históricas y estructurales y, además, acaba agregando datos de períodos históricos en que los regímenes de propiedad y control de los recursos fueron heterogéneos entre y dentro de los países estudiados.

En definitiva, la postura neoinstitucionalista aporta un elemento primordial para al estudio de los recursos naturales: el papel de las instituciones. Por otra parte, las contribuciones neoinstitucionalistas que hemos revisado pretenden definir un modelo universal de buenas instituciones haciendo hincapié en la idea que las instituciones que han sido positivas para unos países (en particular para los más industrializados) serían apropiadas para otros. De esa forma, los neoinstitucionalistas otorgan una relevancia secundaria a los condicionantes estructurales específicos de cada país. Por ello, es imprescindible indagar otras posturas que permitan profundizar en estos elementos los cuales pueden afectar a los resultados de la explotación de los recursos naturales.

### **1.3.2 PERSPECTIVA ESTRUCTURALISTA LATINOAMERICANA**

El estudio de los problemas del desarrollo en economías periféricas especializadas en recursos naturales ha recibido un interés creciente a partir de las contribuciones de Prebisch (1949) y Singer (1950). En trabajos distintos, los dos autores criticaron el reparto desigual del fruto del progreso técnico en la economía mundial: por un lado, en los países centrales especializados en productos manufacturados, ese fruto se transforma en un incremento de la renta de los empresarios y de los salarios relativamente mayor del aumento de la productividad, inflando los precios de los productos industriales; por otro lado, en los países periféricos especializados en productos básicos, la renta de los empresarios y los salarios aumentan menos que el incremento de la productividad, reduciendo los precios de esos productos. Los dos procesos resultan en un aumento de los precios de los productos industriales relativamente mayor que el de los productos básicos; eso genera un deterioro de los términos reales de intercambio en la periferia, que constituye un potente obstáculo al desarrollo económico.

En su esencia, ese argumento critica a la división internacional del trabajo evidenciando las asimetrías entre centro y periferia. Estas ideas constituyeron una de las bases teóricas esenciales del estructuralismo latinoamericano que se desarrolló a partir de la postguerra en torno a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL). Además, esos trabajos consolidaron la base teórica de la estrategia de industrialización por sustitución de importaciones cuyo objetivo era superar lo que se consideraba uno de los principales obstáculos al desarrollo económico en la periferia.

El argumento central de los estructuralistas consiste en que el cambio estructural necesario para impulsar al desarrollo económico en la periferia depende tanto de la acumulación de capital (nuevas inversiones netas) como del progreso técnico. En esa visión, la industrialización es necesaria para fomentar la transformación productiva de un país, pero es insuficiente si no está acompañada por la captura del fruto del progreso técnico en la economía (Prebisch, 1950, 1981; Rosenstein-Rodan, 1964).

Los estructuralistas aportan elementos pertinentes para el estudio del problema del desarrollo basado en recursos naturales. En primer lugar, el método histórico y estructural permite investigar los orígenes del atraso en la periferia capitalista y ayuda a interpretar la estructura productiva como factor condicionante del desarrollo económico. Segundo, la adopción de una visión centro-periferia ayuda a destacar el papel de la estructura económica mundial. Aunque los estructuralistas hacen hincapié en una división internacional del trabajo diferente de la actual (hoy muchas economías avanzadas exportan capitales y tecnología y diversos países en desarrollo exportan manufactura), en la economía mundial actual persisten fuertes asimetrías productivas y comerciales entre los países (UNCTAD, 2013; Hausmann et al., 2014; CEPAL, 2015; UNECA, 2015). Y tercero, el análisis de la estructura social permite evidenciar el papel de las clases dominantes (aliada con los intereses de los países centrales) en la reproducción de la especialización primario-exportadora de la periferia.

Ahora bien, en los años noventa ocurrió una renovación dentro del pensamiento estructuralista que contribuyó a una ampliación del marco teórico y una revisión del enfoque metodológico (Sunkel, 1991)<sup>46</sup>. Esta corriente *neoestructuralista* comparte con el estructuralismo antecedente el método histórico y estructural, así como la preocupación por la dinámica de la economía mundial. Por otro lado, se diferencia del viejo estructuralismo por otorgar mayor

---

<sup>46</sup> El neoestructuralismo se desarrolló a partir de dos publicaciones seminales de la CEPAL: el documento sobre transformación productiva con equidad, de 1990, y la contribución de Osvaldo Sunkel (1991) sobre el desarrollo “desde dentro”.

relevancia al papel de las instituciones: el desarrollo económico es asociado a la modificación o incorporación de las reglas del juego, es decir, al cambio institucional (Di Filippo, 2009). A diferencia de los neoinstitucionalistas, los neoestructuralistas evidencian que hay factores históricos y estructurales que condicionan el marco institucional.

El argumento central de los neoestructuralistas es que en torno a la explotación de recursos naturales es posible fomentar un complejo productivo (o *cluster*)<sup>47</sup> vinculado con otras actividades industriales. La consolidación de una aglomeración productiva en torno a los recursos naturales estimula enlaces (*linkages*) con el resto de la economía y contribuye a la diversificación productiva en el largo plazo (Ramos, 1999; CEPAL, 2005). Por ello, esta postura aboga por la adopción de una estrategia pública de fomento de enlaces a partir del complejo productivo en torno a los recursos naturales. Los enlaces pueden ser de tres tipos: i) fiscales: rentas generadas por los recursos naturales (regalías, tasas, impuestos, etc.); ii) de consumo: mayor demanda de insumos alentada por la explotación del sector intensivo en recursos naturales; y iii) productivos: efectos de eslabonamiento hacia atrás (*backward linkage effects*) y hacia delante (*forward linkage effects*) (Hirschman, 1961)<sup>48</sup>.

El estudio de los enlaces fiscales y productivos ha recibido una atención considerable en la corriente neoestructuralista. En particular, hay un creciente reconocimiento de que la gobernanza de los recursos naturales no debe limitarse al manejo fiscal, sino que debe incluir la planificación y formulación de políticas de desarrollo *productivo* (CEPAL, 2013a, 2013b)<sup>49</sup>. Una adecuada gobernanza<sup>50</sup> de los recursos naturales se refleja en la capacidad del Estado de

---

<sup>47</sup> Por complejo productivo o *cluster* se entiende una concentración sectorial y/o geográfica de empresas que realizan actividades idénticas o estrechamente relacionadas las cuales generan economías externas (Ramos, 1999).

<sup>48</sup> Según Hirschman (1961: 106) los efectos de eslabonamiento *hacia atrás* (anteriores) se refieren a que “... toda actividad económica no primaria, inducirá intentos de abastecer los insumos necesarios en esa actividad a través de la producción nacional”. Por otro lado, los efectos de eslabonamiento *hacia delante* (posteriores) se refieren a que “... cualquier actividad que por su naturaleza no abastece exclusivamente las demandas finales, inducirá intentos de utilizar su producción como insumo en alguna actividad nueva”. Cabe añadir dos otras modalidades de enlaces. La primera es el enlace horizontal: desde el sector intensivo en recursos naturales hacia otros sectores que utilizan capacidades similares (UNIDO, 2011). La segunda es el enlace lateral: hacia los sectores de servicios financieros, logística e infraestructura (Buitelaar, 2001; Machinea y Vera, 2007; UNECA, 2011).

<sup>49</sup> Los neoestructuralistas hacen hincapié en las experiencias exitosas de los países asiáticos de nueva industrialización (Amsden, 1989, 2001; Lall, 1992; Chang, 2003; UNIDO, 2005; Cimoli et al., 2009).

<sup>50</sup> La CEPAL define la gobernanza como “... las acciones conjuntas y el ejercicio de autoridad pública que los distintos agentes del Estado (poder ejecutivo, legislativo y judicial junto con los organismos regulatorios sectoriales, entre otros) efectúan a través del marco de políticas, instituciones y regulación vigentes. La gobernanza de los recursos naturales se ejerce a través del conjunto de instituciones formales (como marcos constitucionales, leyes, contexto fiscal y regulación sectorial, entre otras), instituciones informales (reglas implícitas en la práctica de uso común) y decisiones políticas soberanas, cuyo accionar conjunto rige el funcionamiento de los sectores extractivos” (CEPAL, 2014: 276).

implementar instituciones necesarias para que la explotación de los recursos contribuya al desarrollo económico (CEPAL, 2014). Cabe resaltar que la postura neoestructuralista no interpreta el Estado de forma “dirigista”: la colaboración entre sector público y privado es considerada vital para promover el desarrollo en torno a los recursos naturales (Buitelaar, 2001).

En concreto, los neoestructuralistas plantean que el Estado debe identificar las tecnologías clave para desarrollar los complejos productivos en torno a los recursos naturales y debe promover su dominio doméstico a través de políticas selectivas de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación (Ramos, 1999). Más en general, los neoestructuralistas argumentan que la explotación de los recursos naturales contribuye al cambio estructural cuando es aprovechada para promover una acumulación de *capacidades tecnológicas* en actividades productivas con alto valor agregado (CEPAL, 2014). A nuestro entender, este argumento es muy relevante y pertinente con el análisis de nuestro problema de investigación. Sin embargo, los neoestructuralistas no aclaran cómo eso puede ocurrir y se limitan a profundizar en el análisis de variables macroeconómicas como los neoinstitucionalistas (Altomonte y Sánchez, 2016).

En síntesis, la aportación central del neoestructuralismo latinoamericano consiste, por un lado, en señalar el papel de los condicionantes estructurales y, por otro lado, en otorgar relevancia a la dimensión productiva como problema de análisis en el debate sobre recursos naturales y desarrollo económico<sup>51</sup>. En particular, esta corriente evidencia la relevancia del nexo entre explotación de recursos naturales, desarrollo tecnológico y enlaces productivos. No obstante, los neoestructuralistas no terminan de aclarar la relación entre estas variables; por ello, a continuación, vamos a profundizar en otras aportaciones teóricas pertinentes.

#### **1.4 RELEVANCIA DE LA DIMENSIÓN PRODUCTIVA**

Hemos discutido que tanto los neoinstitucionalistas como los neoestructuralistas consideran que los problemas macroeconómicos y fiscales asociados con la explotación de los recursos naturales no son inexorables. Las dos corrientes han ido profundizando en la investigación de

---

<sup>51</sup> La relevancia que los neoestructuralistas otorgan a la dimensión productiva es debida a que los países de América Latina mantienen un patrón de especialización muy concentrada en recursos naturales y presentan un consistente peso de las importaciones en los sectores de alta complejidad tecnológica (CEPAL, 2013b). Además del escaso contenido tecnológico de la estructura productiva, las exportaciones de la región se concentran en productos básicos, en manufacturas basadas en recursos naturales y en bienes de baja y media complejidad tecnológica (CEPAL, 2008).

enlaces productivos a partir de los recursos naturales (Machinea y Vera, 2007; CEPAL, 2008, 2012; Aragón y Rud, 2011; Bloch y Owusu, 2011; Diongue et al., 2011; Kaplinski et al., 2011; Mbayi, 2011; UNECA, 2011; Sigam y Garcia, 2012).

La evidencia empírica ha mostrado que el sector petrolero puede fomentar enlaces con la industria metalúrgica (Teka, 2012), con los servicios de manutención e ingeniería (Fessehaie, 2012), con los servicios de tecnologías de la información (Adewuyi y Oyejide, 2012) y con el suministro de bienes y servicios de vario tipo (Suliman y Badawi, 2010), entre otros. Un amplio estudio sobre 48 países realizado por expertos del Banco Mundial ha encontrado evidencia de enlaces productivos en el sector petrolero utilizando tablas insumo-producto (Tordo et al., 2013).

Tanto los neoinstitucionalistas como los neoestructuralistas han destacado que la tecnología es clave para posibilitar y fortalecer los enlaces productivos a partir de los recursos naturales. En ese ámbito, la CEPAL (2013b, 2016) ha recomendado una mayor inversión por parte del Estado en actividades de fomento del desarrollo tecnológico. Por otra parte, la UNCTAD (2015: xiii) ha planteado que: *“industrial upgrading, whether in traditional or new sectors, cannot be achieved without promoting technological upgrading and innovation capacity”*.

Los trabajos vinculados con la noción de espacio producto (*product space*)<sup>52</sup> aportan elementos teóricos, empíricos y metodológicos pertinentes para esclarecer el nexo entre desarrollo tecnológico y desarrollo productivo (Hidalgo et al., 2007). Estos autores han evidenciado que la acumulación de conocimiento productivo (i.e. saber intelectual aplicado a la actividad productiva) es decisiva para que un país pase a producir bienes más complejos (sofisticación) y un mayor número de productos diferentes (diversificación). El conocimiento productivo está constituido por capacidades tecnológicas, esto es, aptitudes para realizar actividades productivas<sup>53</sup>. La acumulación de capacidades condiciona la sofisticación y la diversificación de la estructura productiva de un país.

La metodología desarrollada por Hausmann et al. (2005, 2014) permite medir cuantitativamente el conocimiento productivo poseído por cada país y confirma la relevancia

---

<sup>52</sup> El espacio producto es una herramienta que permite visualizar la red de productos fabricados en un país en un momento determinado y las conexiones productivas existentes entre ellos. La configuración de ese espacio es determinada por cuanto similares o diferentes son los requisitos de conocimiento necesarios para realizar los productos en cada sector. Un país tiene más probabilidad de empezar a producir un nuevo producto cuya fabricación requiere un conocimiento productivo similar a lo requerido por otros bienes que ya estaba produciendo. En otras palabras, el espacio producto representa lo que un país es capaz de producir dados los conocimientos que posee. Véase Hidalgo et al. (2007).

<sup>53</sup> En el capítulo 2 aclararemos el concepto de capacidades tecnológicas.

empírica del concepto de capacidad tecnológica<sup>54</sup>. Por otra parte, estos autores muestran también que el sector petrolero genera enlaces limitados debido a que las capacidades aplicadas en este sector son altamente específicas. En esa misma línea, el mencionado estudio de Tordo et al. (2013) muestra que los enlaces productivos del sector petrolero son relativamente más débiles que los generados por otros sectores.

Estos resultados levantan cierto escepticismo en cuanto a la posibilidad que el sector petrolero pueda impulsar la acumulación de capacidades tecnológicas necesaria a fomentar el desarrollo productivo. No obstante, Tordo et al. (2013) señalan también que, debido a la complejidad de las actividades realizadas en el sector petrolero, el desarrollo tecnológico en este sector puede fomentar enlaces productivos con el resto de la economía<sup>55</sup>. Además, cabe considerar que los modelos cuantitativos adoptados por estos autores no consiguen explicar el rol de las instituciones y de los factores históricos y estructurales, así como no permiten determinar por qué existen amplias diferencias entre países con respecto al nivel y la profundidad de los enlaces. Al respecto, la contribución original de la Tesis consiste en integrar técnicas cuantitativas y cualitativas para mostrar que la implementación por parte del Estado de un marco institucional oportuno sí puede fomentar el desarrollo tecnológico en el sector petrolero.

Conviene añadir que los argumentos tratados por los trabajos del espacio producto no son novedosos en la disciplina económica: en la década de los ochenta algunos teóricos latinoamericanos señalaron que el desarrollo económico es sostenido por la acumulación de capacidades tecnológicas<sup>56</sup>.

Estos autores evidenciaron que los países en desarrollo deben aprovechar las oportunidades abiertas durante la transición del modelo “tecnoeconómico” dominante, basado en el petróleo y en la producción en serie, a un nuevo paradigma guiado por las nuevas tecnologías y la

---

<sup>54</sup> El conocimiento productivo de un país es medido indirectamente, a través del *Economic Complexity Index*, un indicador que mide la complejidad económica, que es una medida del conocimiento existente en una sociedad que se traslada en los productos que fabrica. La complejidad económica de un país depende de la diversidad de los productos que exporta; por otra parte, la complejidad de un producto consiste en el monto de capacidades necesarias para fabricarlos. Véase Hausmann et al. (2014).

<sup>55</sup> En ese ámbito, en Noruega, el Research Council of Norway ha inaugurado el programa público PETROMAKS cuyo objetivo es precisamente promover el desarrollo de nuevas tecnologías en el sector petrolero. El objetivo explícito del PETROMAKS es promover tanto la creación de conocimiento como el desarrollo industrial en torno al sector petrolero. De acuerdo con el Research Council of Norway (2014: 5): “*With its widespread use of technology, the petroleum industry can also serve as a driving force for the development of other technology-based industries*”.

<sup>56</sup> Numerosos trabajos han evidenciado que la explotación de recursos naturales puede fomentar la acumulación de capacidades tecnológicas domésticas (Ritter, 2001; Peek et al., 2008; Teixeira y Ferraro, 2009; Morriss et al., 2011; Sæther et al., 2011; Stiglitz y Greenwald, 2014).

producción en red (Pérez, 1986; Pérez y Soete, 1988)<sup>57</sup>. En particular, Pérez (2001: 116) ha planteado que: “la tecnología, más que un elemento de las estrategias de desarrollo, es condición de su viabilidad”.

Estos argumentos han sido reelaborados tras el auge de los productos básicos ocurrido en los años 2000. En concreto, se ha planteado que la adquisición de capacidades tecnológicas en las industrias de proceso basadas en recursos naturales puede contribuir a una inserción ventajosa de un país en el uso y producción de tecnologías innovadoras (Pérez, 2010). En esa línea, desde la CEPAL, Altomonte y Sánchez (2016: 65) han argumentado que los recursos naturales “...pueden servir de base para avanzar hacia nuevos sectores y actividades con grados crecientes de incorporación de conocimientos”. Estos autores defienden la centralidad de la gobernanza de los recursos, que se ejerce por medio de las instituciones.

En la perspectiva neoestructuralista la explotación de los recursos naturales puede contribuir al cambio estructural cuando es aprovechada para promover una “... acumulación de capacidades (...) tecnológicas en otros sectores productivos con un alto valor agregado (por medio de políticas industriales)” CEPAL (2014: 280). Además, se argumenta que: “la construcción de capacidades tecnológicas en los nuevos paradigmas representa una condición necesaria para ingresar en las áreas más dinámicas de la innovación” (CEPAL y SEGIB, 2010: 37). En síntesis, se defiende que la explotación de recursos naturales puede contribuir al cambio estructural a través de su impacto en el desarrollo tecnológico el cual posibilita el desarrollo de actividades productivas más diversificadas y sofisticadas.

### 1.5 BALANCE DEL DEBATE TEÓRICO

En este capítulo hemos analizado la literatura teórica y empírica para sistematizar los enfoques pertinentes para el estudio del nexo entre recursos naturales y desarrollo económico. Hemos distinguido dos posturas: i) la maldición de los recursos, constituida por un conjunto de trabajos que constatan la existencia de consecuencias negativas de la explotación de recursos naturales; y ii) la visión de contingencia, que reúne una serie de aportaciones que admiten la posibilidad de un desarrollo económico basado en los recursos naturales.

---

<sup>57</sup> Pérez y Soete (1988) plantean que la consolidación de un nuevo paradigma “tecnoeconómico” implica una transformación estructural y socioinstitucional profunda, que marca una discontinuidad con el modelo tecnológico pasado. Sin embargo, para aprovechar las oportunidades de desarrollo tecnológico que se abren durante la fase de transición entre el viejo modelo basado en tecnologías maduras y el nuevo paradigma es esencial un rediseño profundo de la estrategia de desarrollo de un país. Sobre el concepto de paradigma tecnológico véase Dosi (1984).



La postura de la maldición de los recursos ha surgido ad hoc para analizar los impactos de la explotación de los recursos naturales y ha hecho hincapié en cuestiones macroeconómicas. Por otra parte, la visión de contingencia se ha consolidado sobre la base de dos escuelas teóricas, el neoinstitucionalismo y el neoestructuralismo, que han analizado temas más amplios que la mera explotación de los recursos naturales y sus consecuencias macroeconómicas.

Ahora bien, en el inicio del capítulo formulamos dos preguntas respecto a la posibilidad y a la modalidad de promover el desarrollo económico a partir de la explotación de los recursos naturales. En respuesta a la primera pregunta, podemos concluir que sí es posible fomentar el desarrollo de un país a partir del aprovechamiento de sus recursos. Nuestro rechazo a la postura de la maldición de los recursos radica no solo en sus notables limitaciones empíricas sino también metodológicas; el estudio de los factores históricos y estructurales que condicionan la explotación de los recursos naturales requiere un esfuerzo analítico más amplio que un mero ejercicio cuantitativo. Podemos concluir que neoinstitucionalismo y neoestructuralismo constituyen enfoques pertinentes para analizar cómo la explotación de recursos puede contribuir al desarrollo económico. Por ende, a continuación, vamos a discutir las coincidencias y divergencias entre estas dos corrientes.

En primer lugar, los neoestructuralistas no se limitan al estudio del crecimiento económico como sí hacen los neoinstitucionalistas; los primeros se preocupan por indagar no solo el crecimiento sino el complejo proceso de cambio estructural, puesto que interpretan el desarrollo económico como un fenómeno más amplio que la expansión del PIB<sup>58</sup>.

Segundo, las dos escuelas divergen en el diagnóstico del problema en cuestión. Los neoinstitucionalistas argumentan que el marco institucional condiciona los resultados de la explotación de los recursos naturales en el desarrollo económico. Los neoestructuralistas coinciden en que las instituciones ejercen un rol central, no obstante, evidencian también que los factores históricos y estructurales afectan al desarrollo económico basado en recursos. A nuestro entender, esta interpretación es adecuada para el análisis del problema en los países en desarrollo siendo que sus características son diferentes de los países desarrollados.

Tercero, las dos escuelas discrepan con respecto a las condiciones para promover el desarrollo económico basado en recursos naturales. Los neoinstitucionalistas argumentan que

---

<sup>58</sup> En los últimos años, la CEPAL (2014) ha abogado por el cambio estructural interpretando este fenómeno como el “camino” para lograr una mejora general de las condiciones de vida y la igualdad.

la calidad institucional es una condición necesaria y suficiente para superar los obstáculos que impiden que la explotación de los recursos promueva el desarrollo. Por otro lado, los neoestructuralistas concuerdan con aquellos sobre la relevancia de una adecuada gobernanza de los recursos naturales, pero no pretenden definir un modelo universal recomendable a toda economía. Los factores estructurales condicionan las instituciones y afectan al proceso del desarrollo económico; por ende, determinadas instituciones pueden ser necesarias, pero no suficientes para superar los obstáculos al desarrollo. En definitiva, la introducción de un modelo institucional en todo país es inadecuada, pues las instituciones existentes en las economías más avanzadas no son necesariamente apropiadas para los países en desarrollo debido a que sus características son diferentes<sup>59</sup>.

Cuarto, hay una discrepancia en la interpretación de la relación entre instituciones y desarrollo económico. Para los neoinstitucionalistas, las (buenas) instituciones favorecen el desarrollo. Sin embargo, en este argumento hay una contradicción: por un lado, se defiende la liberalización del mercado y la apertura al comercio y la inversión<sup>60</sup>; por otro lado, no se analiza cómo influyen las características históricas y estructurales de un país sobre las instituciones que gestionan la renta de los recursos naturales. Los neoestructuralistas coinciden en que el marco institucional sí afecta el desarrollo económico; sin embargo, ellos señalan que las instituciones a su vez están condicionadas por factores específicos de cada país e inherentes al proceso de desarrollo. Así pues, adquirir instituciones apropiadas es un proceso largo que procede por ensayos y errores (Hausmann y Rodrik, 2002).

Y quinto, las dos escuelas teóricas divergen sobre qué tipo de instituciones favorecen el desarrollo económico basado en recursos naturales. Por un lado, los neoinstitucionalistas otorgan relevancia a los derechos de propiedad, argumentando que el Estado debe protegerlos para asegurar la apropiación de beneficios por parte del sector privado (especialmente los derechos de propiedad intelectual). De forma más general, estos autores sostienen que la intervención gubernamental debe limitarse a corregir los fallos del mercado. En cambio, los neoestructuralistas plantean que el Estado debe asumir un papel proactivo en dos áreas: la

---

<sup>59</sup> Por otra parte, cabe notar que los neoestructuralistas recomiendan implementar una institucionalidad “muy sólida para hacer un manejo macroeconómico y fiscal adecuado” de las rentas de los recursos (CEPAL, 2013b) así como “innovaciones en el ámbito institucional” (CEPAL, 2013a: 91). Sin embargo, no terminan de aclarar sus propuestas.

<sup>60</sup> Véase Arezki y van der Ploeg (2007).

definición del marco institucional, en particular vía regulación, y la formulación de una política industrial<sup>61</sup>.

**Cuadro 1.1**  
**Comparación entre neoinstitucionalismo y neoestructuralismo**

	<b>Neoinstitucionalismo</b>	<b>Neoestructuralismo</b>
▪ Diagnóstico del problema de la explotación de recursos naturales	Instituciones pobres	Condicionantes históricos y estructurales
▪ Condiciones para promover el desarrollo basado en recursos naturales	Calidad institucional	Instituciones adecuadas a las características y necesidades de desarrollo de un país
▪ Relación entre instituciones y desarrollo económico	Las instituciones condicionan el crecimiento económico	Las instituciones condicionan y están condicionadas por el proceso de desarrollo
▪ Qué instituciones favorecen el desarrollo económico	Protección de los derechos de propiedad; creación de un entorno de negocio favorable	Regulación por parte del Estado; formulación de una política industrial
▪ Rol del Estado	Rol limitado a la corrección de fallos de mercado	Rol proactivo vía política industrial

Fuente: elaboración propia

En respuesta a la segunda pregunta formulada en el comienzo del capítulo, podemos concluir que la explotación de los recursos naturales impacta en el desarrollo económico a través de dos dimensiones: i) una macroeconómica-fiscal, relativa a los efectos de esa actividad sobre variables económicas (tipo de cambio, exportaciones, regalías, etc.); y ii) una productiva, relativa a los enlaces generados por el sector intensivo en recursos naturales hacia el resto de la economía (Mancini y Paz, 2016).

A partir de lo expuesto en este capítulo, concluimos que los problemas vinculados con la dimensión macroeconómica-fiscal son relevantes, pero no inexorables. Por otra parte, las coincidencias entre las posturas neoinstitucionalista y neoestructuralista permiten concluir que las variables relacionadas con la dimensión productiva requieren mayor investigación. En ese ámbito, aquí entendemos que el concepto de enlace productivo incluye tanto las vinculaciones

<sup>61</sup> La postura neoestructuralista critica que la maldición de los recursos naturales es “... consecuencia de un cierto tipo de economía política que impide el ejercicio de una gobernanza efectiva que fomente las políticas industriales y tecnológicas requeridas para impulsar un cambio estructural” (CEPAL, 2014: 278).

físicas, medibles cuantitativamente a través de tablas insumo-producto, como la información y el conocimiento tácito (ver capítulo 2). La adopción de una metodología puramente cuantitativa puede ser apropiada para medir la magnitud de los enlaces, pero es inadecuada para explicar qué factores tecnológicos la condicionan. Por ende, el análisis de la dimensión productiva requiere la integración de instrumentos cuantitativos y cualitativos, como vamos a proceder en esta investigación.

Además de los fundamentos teóricos que discutimos anteriormente, conviene resaltar tres factores empíricos adicionales que justifican nuestro interés por la dimensión productiva en el caso brasileño. En primer lugar, con respecto al tema fiscal, las regalías totales generadas por el sector petrolero brasileño entre 1995 y 2015 correspondieron en promedio a un mero 1 % del ingreso total del gobierno central en ese período<sup>62</sup>.

En segundo lugar, en los últimos años se han multiplicado los estudios relativos a la dimensión fiscal del sector petrolero brasileño. Entre otros, Caselli y Michaels (2009), Costa y Santos (2013), Postali (2009) y Postali y Nishijima (2013) han investigado el impacto en una serie de indicadores económicos y sociales de las regalías petroleras recibidas por las municipalidades brasileñas. Además, Rodrigues y Sauer (2015) han analizado los efectos en los ingresos del Estado de diferentes regímenes contractuales aplicados a los campos petroleros del Presal. Por último, Seabra et al. (2015) han estudiado las implicaciones, para las regiones costeras de Brasil, de la legislación que regula la gestión de las regalías petroleras.

En tercer lugar, en cuanto a los efectos macroeconómicos del sector petrolero brasileño vía sector exterior, cabe resaltar que Brasil ha sido históricamente un importador neto de gas natural. Además, el saldo anual de la balanza comercial brasileña relativa al crudo y sus derivados ha sido históricamente negativo<sup>63</sup>.

En síntesis, en este capítulo hemos argumentado que la explotación de los recursos naturales puede contribuir a la generación y acumulación de capacidades tecnológicas. Dichas capacidades constituyen los elementos primordiales del conocimiento productivo, que posibilita la sofisticación y la diversificación de las actividades productivas, esto es, el cambio estructural. En otros términos, los recursos naturales pueden contribuir al desarrollo

---

<sup>62</sup> Fuentes: i) Gobierno de Brasil (*Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão*), sin fecha. *Orçamento Federal*. Disponible en: <<http://www.orcamentofederal.gov.br/informacoes-orcamentarias/texto-estatisticas-fiscais>>; y ii) base de datos de la Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP).

<sup>63</sup> Solo en 2016, por primera vez desde cuando hay datos, dicho saldo de la balanza comercial ha sido positivo. Fuente: Gobierno de Brasil, Ministerio de la Industria, Comercio Exterior y Servicios (*Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços*).

económico a través de su impacto en el desarrollo tecnológico el cual posibilita el desarrollo productivo en actividades con grados crecientes de complejidad y valor agregado.

Habiendo establecido que el desarrollo tecnológico es nuestra variable dependiente, nuestra pregunta central de investigación aplicada al caso brasileño es: ¿cómo las actividades de exploración y producción de petróleo y gas natural en Brasil contribuyeron al desarrollo tecnológico del sector petrolero doméstico en el período 1998-2015?

Para contestar la pregunta, es imprescindible esclarecer dos cuestiones que serán abordadas en el capítulo siguiente. En primer lugar: ¿qué se entiende por tecnología y por desarrollo tecnológico? Y segundo: ¿cuáles son los factores determinantes del desarrollo tecnológico?

## EL DESARROLLO TECNOLÓGICO: APROXIMACIONES TEÓRICAS

¿Cómo abordar desde el punto de vista teórico y empírico el estudio del desarrollo tecnológico a partir de los recursos naturales en una economía? Haciendo hincapié en esta pregunta general, en este capítulo se definen los conceptos de tecnología y de desarrollo tecnológico (2.1). Posteriormente, se investigan los factores determinantes de este proceso. Para ello, vamos a revisar críticamente la literatura pertinente y sistematizaremos las contribuciones oportunas con el objetivo de elaborar una propuesta analítica que establezca las variables a ser consideradas para el estudio del caso brasileño, así como otros elementos teóricos, empíricos y metodológicos para un análisis posterior (2.2, 2.3, 2.4 y 2.5).

### 2.1 EL CONCEPTO DE TECNOLOGÍA

El *New Palgrave Dictionary of Economics* define la tecnología como “... *the utilization of natural phenomena and regularities for human purpose*” (Durlauf y Blume, 2008: 217). Esa definición resulta genérica e insuficiente. Más en concreto, podemos destacar que la tecnología incluye tanto elementos tangibles (bienes físicos) como intangibles (información, conocimiento, habilidades, rutinas, experiencias, métodos y *know-how*) (Kim, 1997)<sup>64</sup>.

La economía neoclásica interpreta la tecnología como información codificable que puede ser transferida entre los actores a través de la imitación o la copia: la tecnología es considerada una especie de bien público. En cambio, aquí consideramos que la tecnología consiste no solo en información sino, y predominantemente, en conocimiento tácito. El conocimiento está constituido por capacidades tecnológicas, esto es, habilidades para usar eficazmente el

---

<sup>64</sup> La unidad constitutiva fundamental de la tecnología es la técnica, que es el conjunto de instrucciones sobre cómo producir. La transferencia de un producto implica transmitir el conocimiento tácito utilizado para realizarlo e incorporarlo en ello (Bozeman, 2000). El conocimiento *tecnológico* es distinto del conocimiento *científico* en tanto que su contenido no es escrito: está implícito en las experiencias y en las habilidades de las personas (Dosi, 1984).

conocimiento tanto para crear tecnologías *nuevas* como para asimilar, utilizar y adaptar tecnologías *existentes* (Kim, 1997)<sup>65</sup>.

Como adelantábamos en el capítulo 1, las capacidades son un engranaje central del cambio estructural en tanto que condicionan la sofisticación y la diversificación de la estructura productiva de un país (Hidalgo et al., 2007). No obstante, adquirir, imitar, copiar y transferir capacidades es costoso y difícil porque requiere un proceso de aprendizaje tecnológico, es decir, un proceso de asimilación de capacidades.

Teniendo presente esas nociones, aquí definimos el desarrollo tecnológico en sentido amplio como un proceso de innovación, absorción, adaptación, difusión o transferencia de tecnología aplicada en la actividad productiva<sup>66</sup>. Desde una perspectiva de desarrollo, es esencial que este proceso sea endógeno, esto es, que se origine en virtud de causas internas a la economía, independientemente del origen doméstica o extranjera de los actores que lo protagonizan.

Ahora bien, esa definición requiere esclarecer algunos conceptos. Schumpeter (1957) distinguió entre la innovación, que es la introducción de un nuevo producto o una nueva combinación de productos con aplicación comercial, y la invención, que consiste en el rasgo meramente tecnológico de ese evento. La invención es una idea, un diseño sobre productos o procesos nuevos o mejorados (una combinación de conocimientos), mientras que la innovación ocurre cuando hay una operación comercial sobre el objeto de la invención (Rodríguez, 1991).

Al respecto, la OCDE (2005) establece que la innovación puede referirse no sólo a productos y procesos sino también a servicios, *marketing* y sistemas organizativos. Por otro lado, en Brasil, el Decreto 5798, de 7 de junio de 2006, que regula la Ley 11196, de 21 de noviembre de 2005 (*lei do bem*), define la innovación como la concepción de un nuevo producto (bien o servicio) o proceso de fabricación o como la agregación de nuevas funciones o características que implique mejoras incrementales y ganancias de calidad y productividad.

---

<sup>65</sup> Cohen y Levinthal (1990) han planteado que las capacidades no se basan solo en el conocimiento adquirido, sino también en la capacidad de absorción de lo existente y en la intensidad del esfuerzo para generar nuevo conocimiento. Bell y Pavitt (1997) han distinguido entre capacidad *productiva* y capacidad *tecnológica*. La primera se refiere a los recursos (equipamientos, capacidades laborales, especificaciones de producto, insumo y métodos de organización) utilizados para producir bienes industriales dado un nivel de eficiencia y dada una combinación de insumos; la segunda está constituida por conocimiento, habilidades y rutinas que sirven a gestionar y generar nueva tecnología. Una taxonomía de las capacidades tecnológicas ha sido propuesta por Amsden (2001).

<sup>66</sup> Esta definición coincide con la establecida por la Constitución federal de Brasil actualmente vigente (artículo n.º 219).

La absorción es la retención dentro de una entidad (e.g. una empresa) de una dada tecnología existente. Por otra parte, la adaptación consiste en posibilitar que una tecnología desempeñe funciones distintas de aquellas para las que fue diseñada originalmente, por ejemplo, para adaptarla a las condiciones específicas de un sector o un país.

La difusión consiste en la propagación de una innovación tecnológica; a través de ella una invención se convierte en un fenómeno económico y social (Pérez, 1986). Por otro lado, la transferencia es la transmisión de una tecnología entre firmas de un mismo país o de países diferentes, sin privar necesariamente a quien la posee (Dunning y Lundan, 2008). Más en general, la transferencia tecnológica evoca la idea de un movimiento de conocimiento científico susceptible de aplicación productiva entre dos o más actores<sup>67</sup>.

Ahora bien, la literatura económica en tema de tecnología tiene una larga tradición a partir de las contribuciones de Thomas Robert Malthus (1951) y David Ricardo (1955)<sup>68</sup>. El pensamiento teórico ha ido evolucionando en el tiempo y se ha fragmentado en numerosas posturas que han hecho hincapié en diversos conceptos y variables. A continuación, vamos a realizar una revisión crítica de la literatura organizada por escuela teórica, con el objetivo de determinar qué factores alientan el desarrollo tecnológico y, posteriormente, elaborar una propuesta analítica para investigar este proceso.

### 2.2 VISIÓN NEOCLÁSICA

Las primeras contribuciones teóricas sobre crecimiento económico elaboradas en la postguerra consideraban la tecnología como una variable crucial de este fenómeno. Kuznets (1959, 1966) planteó que el desarrollo tecnológico sostenido es una condición necesaria para lograr una elevada tasa de crecimiento del ingreso per cápita de un país<sup>69</sup>. Por otro lado, Solow (1957) propuso un modelo de crecimiento económico en que la tecnología es un elemento determinado (exógeno) que consiste en información fácilmente transmisible y reproducible. El

---

<sup>67</sup> En torno al tema de la transferencia tecnológica internacional se ha desarrollado una extensa literatura que abarca diferentes perspectivas teóricas (Dunning y Lundan, 2008). Numerosos trabajos han estudiado este fenómeno en relación con tres canales: i) las inversiones en I+D de las firmas; ii) el comercio internacional (Feenstra et al., 1992); y iii) las inversiones extranjeras (UNIDO, 1979; Dunning, 1993; Blomström y Kokko, 1998; Blomström y Sjöholm, 1998; Borensztein et al., 1998; Aitken y Harrison, 1999; Javorcik, 2004; OCDE, 2005). Cabe precisar que, debido a las características de nuestro objeto de estudio, nuestro interés no está en la transferencia tecnológica internacional: el sector petrolero brasileño ha funcionado en régimen de monopolio hasta 1995, lo que ha restringido la entrada de inversión extranjera. Petrobras ha tenido un papel protagónico contra el capital extranjero y hoy sigue manteniendo una posición dominante (ver capítulos 3 y 5).

<sup>68</sup> Las obras originales de los dos autores están indicadas en la bibliografía.

<sup>69</sup> En la visión de Kuznets (1966) el crecimiento económico moderno es un proceso basado en innovaciones científicas de grande relevancia (*epochal innovation*).



fundamento de su modelo es la función de producción neoclásica en que el producto es una mera relación de los factores productivos capital y trabajo. La conclusión principal del modelo de Solow consiste en que hay una componente del crecimiento económico no explicada por un incremento en los factores productivos: el progreso técnico. Este elemento es considerado un término “residual” en la contabilidad del crecimiento<sup>70</sup>.

El estudio del desarrollo tecnológico como variable explicativa del crecimiento económico a largo plazo se ha consolidado en las últimas décadas. La corriente neoclásica dominante inspirada por el modelo de Solow consideraba la tecnología básicamente como información. Ciencia y tecnología eran vistas como factores exógenos respecto al sistema económico; la tecnología era considerada de general aplicación y fácil reproducción. Por ende, el desarrollo tecnológico era interpretado como un proceso *lineal* en base al cual la innovación sería el resultado de una mera acción secuencial, que va desde la investigación científica básica y aplicada hasta el producto final, pasando por la fase de desarrollo científico experimental (Bush, 1945).

El modelo lineal influyó en las políticas de ciencia y tecnología aplicadas desde la postguerra hasta los años sesenta; estas políticas se fundamentaron en instrumentos que actuaron del lado de la oferta (ciencia). Entendiendo la innovación básicamente como ciencia aplicada, ese modelo sugiere que el gobierno nacional debe limitarse a promover la investigación básica y aplicada: las fases posteriores de desarrollo tecnológico se lograrían automáticamente. En nuestra opinión, esa postura ignora los fallos y las retroalimentaciones que existen entre ciencia y tecnología y, de esa forma, pasa por alto la complejidad de los factores económicos, organizativos e institucionales que condicionan el proceso de desarrollo tecnológico.

En la década de los sesenta surgió una crítica sustancial al modelo de crecimiento económico exógeno; esa corriente defiende que la tecnología es un factor endógeno, es decir, está determinado por el conjunto de condiciones internas que caracterizan el sistema económico. Introducir la “endogeneidad” en la teoría del crecimiento implica aceptar la existencia de economías crecientes de escala; por ende, se abandona la hipótesis de equilibrio competitivo la cual requiere que todos los factores sean remunerados por sus productos marginales. Este asunto fue tratado en particular por Arrow (1962), cuyo modelo define el desarrollo tecnológico como consecuencia del aprender haciendo (*learning by doing*) asociado a la producción y a la introducción de nuevos bienes de capital<sup>71</sup>.

---

<sup>70</sup> Para profundizar en el asunto, véase también Abramovitz (1956).

<sup>71</sup> La contribución de Arrow (1962) constituyó la base del modelo AK, que puede ser considerado la primera versión formal de la teoría del crecimiento endógeno.

A partir de los años ochenta, algunos exponentes de la teoría macroeconómica del crecimiento desarrollaron modelos formales en que la tecnología es tratada como un factor *endógeno* (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988). Estos autores adoptaron una visión neoclásica de la economía y acudieron al mismo instrumento del modelo de Solow (1957): la función de producción. No obstante, a diferencia de Solow, esta nueva corriente incorporó el papel de la innovación tecnológica dentro del modelo (Aghion y Howitt, 1998)<sup>72</sup>.

De esa forma, se introdujeron dos novedades respecto a los postulados neoclásicos antecedentes: i) la hipótesis de rendimientos crecientes de escala; y ii) la concepción que la innovación tecnológica posee características de bien público (y que por tanto el Estado debe corregir los fallos del mercado asociados). Más en concreto, se argumenta que el Estado debe fortalecer la protección de la propiedad intelectual para asegurar que las firmas privadas puedan apropiarse de un monopolio temporáneo sobre las innovaciones<sup>73</sup>.

A nuestro entender, la “nueva” teoría del crecimiento es carente en algunos aspectos. En primer lugar, en los modelos se asume que exista un único tipo de tecnología, suponiendo así que todas las máquinas contribuyan de la misma manera a la productividad agregada. En cambio, aquí consideramos que el desarrollo tecnológico no es neutral<sup>74</sup>, pues beneficia a algunos factores productivos y actores más que otros. La manifiesta presencia de asimetrías tecnológicas entre países y entre empresas (de un mismo país o sector) sugiere que existen diferentes tipos de tecnologías (más o menos complejas) y que no todos los actores se benefician de la misma manera del desarrollo tecnológico. Como explicaremos más adelante, los marxistas evidenciaron que la técnica de producción capitalista implica una dominación del

---

<sup>72</sup> La “nueva” teoría del crecimiento modela la tecnología como el resultado endógeno de unas dadas funciones de inversión en I+D y en formación de capital humano (Grossman y Helpman, 1991).

<sup>73</sup> Los supuestos de la “nueva” teoría del crecimiento han influido de forma creciente en las decisiones políticas. En concreto, han justificado la introducción de incentivos públicos a la inversión privada en I+D.

<sup>74</sup> La neutralidad del progreso técnico puede ser definida por tres vertientes analizadas por Solow, Hicks y Harrod. En el progreso técnico neutral en sentido de Solow, la función de producción es definida como  $Y=F(AK, L)$  donde  $Y$  es el producto,  $A=A(t)$  es la función del progreso técnico,  $t$  es la variable tiempo,  $K$  el capital,  $L$  el trabajo. Un cambio en el progreso técnico  $A$  afecta solo al factor capital (*capital-augmenting*) y no modifica la productividad del trabajo; la relación trabajo-producto se mantiene invariable. En el progreso técnico neutral en sentido de Hicks, la función de producción es definida como  $Y=F(AK, AL)$  donde  $Y$  es el producto,  $A=A(t)$  es la función del progreso técnico,  $t$  es la variable tiempo,  $K$  el capital,  $L$  el trabajo. Si la función de producción es lineal y homogénea de grado uno, podemos escribirla como  $Y=AF(K, L)=AY$ . Así pues, un cambio en el progreso técnico  $A$  afecta en la misma proporción al producto marginal de los factores productivos (*total factor productivity-augmenting*); por tanto, la ratio entre capital y trabajo no cambia. En el progreso técnico neutral en sentido de Harrod, la función de producción es definida como  $Y=F(K, AL)$  donde  $Y$  es el producto,  $A=A(t)$  es la función del progreso técnico,  $t$  es la variable tiempo,  $K$  el capital,  $L$  el trabajo. Un cambio en el progreso técnico  $A$  afecta solo al factor trabajo (*labour-augmenting*) y no modifica la productividad del trabajo; la relación capital-producto no varía.

capital sobre el trabajo. El progreso técnico no es neutral, como supuesto por los neoclásicos, y puede crear efectos de distribución desiguales en el plan económico y social (Marx, 1972)<sup>75</sup>.

Segundo, la “nueva” teoría del crecimiento se fundamenta en la hipótesis de que los actores adopten expectativas racionales<sup>76</sup>. Sin embargo, ¿cómo puede un actor representativo tener expectativas racionales de algo *a priori* no conocido como es el desarrollo tecnológico? Como discutiremos más adelante, el desarrollo tecnológico es un proceso evolutivo en que el conocimiento se construye sobre la base de lo anterior: la herencia cuenta.

Tercero, se asume que el conocimiento es un bien público libremente asequible para los actores. Sin embargo, la historia muestra que en los países de industrialización tardía las empresas afrontan barreras de entrada a los mercados internacionales puesto que el conocimiento está protegido por las firmas de los países desarrollados (Amsden, 2001). Siendo que la tecnología de producción consiste tanto en información como en conocimiento tácito, no es suficiente corregir las asimetrías informativas para asegurar el desarrollo tecnológico. En síntesis, aunque supongamos que la *información* sea perfecta, la existencia de *conocimiento* imperfecto genera costos que impiden su libre transferencia.

Cuarto, la “nueva” teoría del crecimiento interpreta el mercado como el mecanismo principal para la generación y difusión de tecnología entre países; además, asigna al Estado el papel de mero facilitador de las inversiones privadas en tecnología a través de la protección de los derechos de propiedad intelectual y de incentivos públicos a la I+D. Sin embargo, como demostraremos más adelante, el Estado puede participar activamente en el desarrollo tecnológico en colaboración con el sector privado.

Por último, debido a un elevado formalismo matemático, los modelos neoclásicos del crecimiento no consiguen explicar las asimetrías tecnológicas existentes entre las firmas y entre los países (Lall, 1992)<sup>77</sup>. A eso se añade un análisis profundamente carente de la evolución histórica de las instituciones que condicionan el desarrollo tecnológico. Por todas estas razones,

---

<sup>75</sup> En la dialéctica marxista, la tecnología interioriza una dada relación con la naturaleza y con el proceso de producción de las relaciones sociales. De acuerdo con esa postura, la tecnología revela (pero no determina) la relación activa entre la naturaleza y el ser humano, el proceso de producción de la vida, las relaciones sociales y las concepciones mentales que derivan de esas relaciones (Harvey, 2013).

<sup>76</sup> En base a la hipótesis de expectativas racionales, los actores del modelo asumen que las predicciones sobre el valor futuro de las variables del modelo son válidas (en promedio); sus expectativas no son sistemáticamente erróneas y los errores son aleatorios.

<sup>77</sup> Los neoclásicos han respondido a esta crítica argumentando que lo que hace inapropiada una tecnología para un país es la distancia entre la frontera tecnológica mundial y las capacidades domésticas incorporadas en los recursos humanos; por ello, han abogado por fomentar el capital humano (Acemoglu, 2009).

consideramos indispensable investigar otros enfoques teóricos que aporten nuevos elementos analíticos para el estudio de nuestro tema.

### 2.3 VISIÓN NEOSCHUMPETERIANA

Schumpeter (1950) destacó que las innovaciones radicales (las que suponen una transformación de primera magnitud del proceso innovador) impulsan un proceso de “destrucción creadora” (*creative destruction*) que perturba el equilibrio del sistema económico. En la visión schumpeteriana, el progreso técnico determina el patrón de transformación de la estructura económica desde dentro destruyendo incesantemente la configuración anterior y dejando obsoletas unas tecnologías mientras crea otras. Para Schumpeter (1957), el desarrollo económico coincide con la puesta en práctica de nuevas combinaciones de medios productivos que radican en la innovación tecnológica y sus efectos sobre la actividad productiva. Así pues, el capitalismo es un proceso evolucionario: las innovaciones generan ciclos largos de crecimiento que alteran el flujo circular del equilibrio general walrasiano<sup>78</sup>.

En los años ochenta del siglo XX algunos han recogido las aportaciones de Schumpeter y han planteado una interpretación *evolutiva* de la innovación. Esta postura neoschumpeteriana comparte los conceptos básicos propuestos por Schumpeter; no obstante, adopta una noción de innovación más amplia, que incluye no solo la generación de nuevos o mejorados productos o procesos, sino también la introducción de nuevos mercados, formas organizativas y materiales (Nelson y Winter, 1977; Nelson y Rosenberg, 1993; Edquist, 2005).

En la teoría evolutiva neoschumpeteriana, el desarrollo tecnológico es entendido como un proceso complejo y dinámico que guía el crecimiento económico (Nelson y Winter, 1982). A diferencia de la teoría neoclásica, el crecimiento es visto como un fenómeno irregular y desequilibrado: las innovaciones perturban el equilibrio del sistema y modifican la estructura de mercado. Por eso, se considera inadecuada la hipótesis neoclásica de equilibrio competitivo para entender el desarrollo tecnológico: la trayectoria de este proceso es irregular y dependiente de la herencia (*path dependence*). En otras palabras, el sistema económico no alcanza un equilibrio estable y por tanto el concepto neoclásico de óptimo es irrelevante.

En el enfoque neoschumpeteriano, la innovación tecnológica es un proceso evolutivo y acumulativo en el tiempo que deriva de la interacción dinámica entre los actores. Eso resulta

---

<sup>78</sup> Referido a las contribuciones teóricas del economista Marie-Ésprit-Léon Walras.

incompatible con el modelo lineal neoclásico que, como explicamos *supra*, supone una relación causal directa entre actividades de I+D e innovación tecnológica. A nuestro entender, eso constituye una novedad respecto a los modelos neoclásicos: la hipótesis de rendimientos de escala crecientes dinámicos.

Otra aportación relevante de los neoschumpeterianos consiste en lo siguiente. En la visión neoclásica la tecnología se entiende como información codificada que puede difundirse en el sistema económico de forma inmediata. Interpretando la tecnología como información, los neoclásicos asumen que esta sea libremente intercambiable en el mercado internacional; las innovaciones estarían a disposición de los actores en una especie de supermercado donde cada país puede acceder para adquirir la tecnología que necesita. Sin embargo, esa hipótesis descuida el aprendizaje tecnológico que ocurre entre los actores. Por otra parte, los neoschumpeterianos plantean que la tecnología no consiste solo en información sino también en *conocimiento tácito*, cuya acumulación es costosa y requiere tiempo. Eso parece más razonable para explicar las asimetrías tecnológicas existentes entre firmas y entre países.

Los neoschumpeterianos rechazan la hipótesis de actores representativos (la firma media) planteada por la “nueva” teoría del crecimiento; al contrario, otorgan relevancia al proceso de diferenciación entre las firmas basado en las distintas capacidades de innovar: la innovación es específica de la firma (Smith, 2000). En definitiva, la teoría evolutiva puede ser interpretada como una teoría de la firma basada en las capacidades tecnológicas (Dosi et al., 2008).

Conviene resumir tres aportaciones cruciales del enfoque neoschumpeteriano que son pertinentes con nuestra investigación. En primer lugar, el desarrollo tecnológico no es un proceso lineal, sino evolutivo: existen retroalimentaciones entre las diferentes etapas del proceso de desarrollo tecnológico. Segundo, la tecnología está constituida principalmente por conocimiento tácito, cuya acumulación requiere un proceso de aprendizaje tecnológico sistémico que es costoso y lento. Y tercero, la trayectoria del desarrollo tecnológico depende de la herencia (*path dependence*): la historia cuenta.

La teoría evolutiva de la innovación está firmemente vinculada con dos enfoques teóricos: el de economías externas de aglomeración y el de sistemas de innovación. El primero se ha desarrollado a partir de los estudios pioneros de Alfred Marshall. En la visión marshalliana el conocimiento está “suspendido en el aire”: las empresas pueden absorber y transferir el

conocimiento naturalmente, sin un esfuerzo explícito, puesto que está disponible para todos los actores gracias a las economías externas (Marshall, 1961).

A partir de los años ochenta del siglo XX ha crecido el interés para el estudio del papel de las economías externas en el proceso de innovación. Algunos recogieron la contribución marshalliana para analizar la innovación en los distritos industriales, que pueden ser definidos como aglomeraciones de numerosas pequeñas empresas especializadas en diferentes fases de un proceso productivo. El planteamiento central de este enfoque es que las firmas se benefician de economías externas de escala derivadas de la interacción recíproca que ocurre en un entorno espacial (Becattini, 1990).

Una segunda vertiente relacionada con las economías externas de aglomeración hace hincapié en el estudio de los *clusters*. Esta corriente otorga relevancia a la interacción entre los actores y al proceso de aprendizaje tecnológico colectivo en un entorno geográfico. El concepto de *cluster* industrial ha sido asociado con el estudio de las ventajas competitivas de la firma (Porter, 1990). En base a esta visión, la competitividad de una firma depende de un conjunto de factores que trasciende el ámbito microeconómico para incorporar la relación entre la empresa y otros actores (clientes, proveedores, universidades, etc.)<sup>79</sup>.

Ahora bien, además de estos planteamientos, la teoría evolutiva ha influido también en el surgimiento del enfoque de *sistemas de innovación*. Este término indica redes organizadas de instituciones públicas y privadas cuyas actividades crean, difunden y modifican tecnologías en un entorno espacial. El planteamiento central consiste en que la consolidación de un sistema de innovación posibilita la creación y ampliación del conocimiento productivo (capacidades) y, de esa forma, fomenta el desarrollo tecnológico (Freeman, 1987; Nelson, 1993)<sup>80</sup>.

El enfoque de sistemas de innovación coincide con la teoría evolutiva en dos asuntos cruciales. En primer lugar, rompe con el paradigma lineal de la innovación analizando conjuntamente tanto el lado de la oferta como el de la demanda de tecnología (existen retroalimentaciones entre ciencia y tecnología). En segundo lugar, el enfoque de sistemas de innovación considera que el aprendizaje tecnológico es local: los actores aprenden usando las

---

<sup>79</sup> El enfoque de *cluster* es más amplio del enfoque de distritos industriales siendo que estudia también las empresas de grandes dimensiones y las relaciones entre sectores industriales diferentes. Por otro lado, ambas posturas otorgan relevancia a la relación sistémica entre los actores en un entorno local, destacando que la proximidad geográfica genera una serie de externalidades positivas que incentivan el desarrollo tecnológico.

<sup>80</sup> La relevancia de los sistemas de innovación ha sido evidenciada a nivel nacional, tecnológico y sectorial o regional (Breschi y Malerba, 1997; Malerba, 2005, 2009). El enfoque regional otorga relevancia a la proximidad cultural y geográfica entre las firmas.

competencias y las habilidades existentes en un entorno geográfico. El desarrollo tecnológico deriva de la interacción entre los actores implicados en el aprendizaje tecnológico, que es por tanto un fenómeno sistémico (Lundvall, 1988). La acumulación de capacidades tecnológicas resultante de ese proceso puede consolidar un sistema nacional de innovación (Freeman, 1987)<sup>81</sup>.

Contrariamente a la “nueva” teoría del crecimiento, en el enfoque de sistema de innovación el elemento crucial del crecimiento no es la cantidad de inversiones en I+D, sino la modalidad de su distribución en la economía; además, la unidad de análisis no es la firma individual sino la *red* de actores (Mazzucato, 2013). A nuestro entender, pensar en términos sistémicos permite entender que la innovación es un proceso colectivo: es inadecuado estudiar separadamente el papel de los actores públicos y privados.

En ese ámbito, algunos han planteado el concepto de innovación abierta (*open innovation*) para describir un modelo en que la innovación tecnológica es el resultado de interrelaciones sistémicas entre redes de actores, que incluyen tanto a las firmas privadas como a las organizaciones públicas, las universidades y los centros de investigación (Chesbrough, 2003). Como veremos a lo largo de la Tesis, este concepto es muy pertinente con el análisis del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño.

A nuestro entender, la aportación original del enfoque de sistemas de innovación consiste en evidenciar el rol crucial de las instituciones en el proceso de desarrollo tecnológico (Freeman, 1987; Dosi, 1988; Lundvall, 1992; Edquist, 1997). Como explicaremos, se trata de un elemento de fuerte coincidencia con el planteamiento neoestructuralista. Por otra parte, los trabajos sobre los sistemas de innovación hacen hincapié principalmente en países desarrollados y no profundizan en las asimetrías internacionales en el plan económico, político y social.<sup>82</sup>

Al respecto, Chesnais (1992) ha argumentado que las empresas transnacionales condicionan la estructura y la organización de los sistemas de innovación, puesto que el desarrollo tecnológico está supeditado a las necesidades de acumulación capitalista a escala mundial. Otros han evidenciado que en los países en desarrollo los sistemas de innovación son

---

<sup>81</sup> Por otro lado, la debilidad de un sistema nacional de innovación puede explicar las asimetrías en el grado de desarrollo económico entre los países (Freeman, 1995).

<sup>82</sup> Recientemente los académicos han incorporado los problemas de los países en desarrollo en el estudio de los sistemas de innovación desde una visión sectorial (Malerba y Mani, 2009).

inexistentes o muy fragmentados porque las aglomeraciones productivas locales no han logrado consolidarse en sistemas productivos articulados (Suzigan et al., 2011)<sup>83</sup>. Es por tanto necesario explorar otras aportaciones teóricas que aporten nuevos elementos analíticos para abordar estos aspectos.

### 2.4 VISIONES HETERODOXAS

#### 2.4.1 ESTRUCTURALISMO LATINOAMERICANO

En la década de los cincuenta del siglo XX el pensamiento internacional sobre ciencia y tecnología estaba dominado por el paradigma neoclásico. En esa época, en América Latina destacaba la visión de “empuje de la ciencia” según la cual la inversión pública en la actividad científica es necesaria y suficiente para impulsar al desarrollo tecnológico (Sagasti, 2011).

Durante la fase de industrialización por sustitución de importaciones que caracterizó los países latinoamericanos en la postguerra, las empresas transnacionales penetraron de forma creciente en la industria local. Eso implicó una creciente dependencia de la tecnología importada: cada nueva etapa de sustitución de importaciones demandaba bienes de equipo y maquinaria cada vez más complejos comprados en el exterior. Así pues, la industrialización periférica se caracterizó por la primacía de la tecnología extranjera la cual se convirtió en un instrumento de las empresas transnacionales para penetrar en el mercado local<sup>84</sup>.

En ese ámbito, Prebisch (1950: 3) fue pionero en evidenciar la asimetría tecnológica internacional: “la propagación universal del progreso técnico desde los países originarios al resto del mundo ha sido relativamente lenta e irregular”. La tesis central de Prebisch planteaba que el incremento de la productividad media en los países periféricos no se traduce en un aumento significativo de los salarios sino más bien un incremento de los gastos en consumo de una minoría de la población: los estratos superiores de la sociedad; estos grupos se apropian de la parte del incremento de productividad no transferida a la fuerza de trabajo: el excedente<sup>85</sup>.

---

<sup>83</sup> Por esa razón, algunos prefieren utilizar la noción de órdenes productivos locales (*arranjos produtivos locais*) para indicar aquellas aglomeraciones territoriales con escasa articulación sistémica entre los actores que todavía no han consolidado sistemas de innovación (Lastres et al., 2006).

<sup>84</sup> Al respecto, Furtado (1981: 45) observó que: “*o instrumento essencial dessa penetração foi o controle da tecnologia, concebida esta em seu sentido amplo: pesquisa e desenvolvimento, engineering, produção de equipamentos, montagem e operação das usinas, etc*”.

<sup>85</sup> Puesto que la minoría privilegiada imita modelos culturales de países avanzados, es decir, demanda bienes industriales fabricados en el centro, la apropiación del excedente se convierte en un desperdicio del potencial de acumulación de capital en la periferia (Prebisch, 1950).



En la visión de Prebisch, el fruto del progreso técnico está repartido de manera desigual entre centro y periferia. Los países centrales desarrollados retienen integralmente ese fruto y se benefician de un aumento de la renta. Por otro lado, en la periferia el progreso técnico solo se difunde en sectores económicos circunscritos, en particular en el sector primario exportador; así pues, el progreso no penetra en el resto de la estructura productiva, que se queda truncada<sup>86</sup>. De esa forma, los países periféricos transfieren a los países centrales parte del fruto de su propio progreso y emergen dos estructuras polares que se perpetúan: el centro y la periferia<sup>87</sup>.

La necesidad de elevar permanentemente el coeficiente de capital invertido en el sector que produce para la minoría de renta alta “... *impede mais ampla difusão do progresso técnico (inovação nos processos produtivos) nos segmentos da economia dependente que produzem para o conjunto da população*” (Furtado, 2000: 258). La brecha tecnológica influye en las diferencias de productividad entre el centro y la periferia, lo que contribuye a agudizar la heterogeneidad estructural (es decir, las elevadas divergencias en la productividad del trabajo inter e intrasectorial) y el atraso tecnológico de la segunda (Pinto, 1965; Furtado, 1967; Di Filippo, 1976). En ese contexto, de acuerdo con Prebisch (1981: 55): “la clave del desarrollo está en la propagación de la técnica productiva de los centros mediante la acumulación de capital”. Por tanto, se hace necesaria una intervención gubernamental en la periferia para regular el uso social del excedente e incrementar el ritmo de acumulación de capital.

En definitiva, el estructuralismo contribuye a evidenciar que la desigual distribución del fruto del progreso técnico entre países constituye un potente obstáculo al desarrollo tecnológico en la periferia capitalista. Contrariamente a la visión neoclásica, la tecnología no es un elemento exógeno libremente asequible en el mercado internacional y la convergencia de los países en desarrollo hacia los patrones tecnológicos de las economías más avanzadas no es asegurada. Reconocer la asimetría entre técnicas productivas en la economía mundial implica considerar que la transferencia tecnológica internacional (vía apertura al comercio internacional e inversión extranjera) no es suficiente a impulsar al desarrollo tecnológico en los países periféricos. Estos argumentos han influido en otros pensamientos teóricos que es conveniente analizar.

---

<sup>86</sup> La idea subyacente a ese argumento es que en una economía periférica hay pocos sectores de alta productividad que absorben una parte limitada de la oferta laboral disponible en la economía.

<sup>87</sup> Los estructuralistas evidenciaron que el subdesarrollo no es una mera etapa temprana del proceso de desarrollo, sino una situación estructuralmente distinta y consustancial a la existencia de las economías industrializadas. Desarrollo y subdesarrollo son dos aspectos de un mismo proceso histórico caracterizado por un desigual impacto del progreso técnico.

### 2.4.2 ENFOQUE DE LA DEPENDENCIA

En las primeras décadas de la postguerra, en varios países de América Latina fueron implementados programas públicos de fomento de la actividad científica nacional. No obstante, estas políticas fueron incapaces de transformar la estructura productiva: como discutido anteriormente, los países de la región se convirtieron en importadores de tecnología extranjera. En ese contexto, surgieron nuevas reflexiones teóricas sobre el papel de la tecnología en el marco de la crítica de la dependencia.

De acuerdo con esa postura, la desigualdad entre centro y periferia se manifiesta en relaciones de subordinación tanto en la dimensión económica como en la política, social y cultural. La distribución desigual del fruto del progreso técnico no es una simple asimetría económica, como argumentado por los neoestructuralistas, sino más bien una disparidad en las relaciones de poder entre países<sup>88</sup>.

Según el enfoque de la dependencia las relaciones económicas internacionales de la postguerra se caracterizan por una dependencia industrial y tecnológica derivada del control monopólico de los países “imperialistas” sobre la tecnología en asociación con las élites locales de la periferia<sup>89</sup>. El dominio de las empresas multinacionales sobre las tecnologías más avanzadas se refleja en una imposición de la forma de utilización de las técnicas productivas en los países dependientes y en la perpetuación de la dependencia tecnológica (Bambirra, 1977)<sup>90</sup>. En otros términos, la dependencia *tecnológica* constituye un instrumento de dominación del capital transnacional sobre la periferia (Sagasti, 1975; Herrera, 1976).

Los críticos de la dependencia manifestaron que el proceso de desarrollo tecnológico en América Latina constituía “un fenómeno de naturaleza imitativa” de progresos anteriores ocurridos en los países industrializados (Katz, 1976: 11)<sup>91</sup>. Ferrer (1974) evidenció que la

---

<sup>88</sup> Si por un lado algunos aceptaron que el desarrollo capitalista fuera posible en la periferia, aunque evidenciando su forma dependiente (Cardoso y Faletto, 1969), otros criticaron la posibilidad de acumulación de capital periférica argumentando que el subdesarrollo de los países “satélites” fuera el resultado del propio desarrollo del sistema capitalista (Baran, 1952; Frank, 1966, 1969). Otros recuperaron contribuciones marxistas antecedentes para defender que la tecnología constituía “... una de las principales formas en que se manifestaban el dominio y condicionamiento que las potencias dominantes del sistema ejercen sobre los países dependientes” (Caputo y Pizarro, 1971: 266).

<sup>89</sup> Sobre el papel de las élites véanse: Herrera (1970), Leite Lopes (1972), Stewart (1983) y Palma (1987).

<sup>90</sup> Otros plantearon que la brecha tecnológica mundial impone sobre la estructura social de los países menos desarrollados una “superestructura” que responde a las exigencias de las potencias industrializadas debilitando las instituciones en la periferia (Ossandón, 1985).

<sup>91</sup> Katz (1976) evidenció la asimetría del poder de negociación contractual en la adquisición de tecnologías entre empresas domésticas y extranjeras en la manufactura argentina. Su estudio fue pionero en mostrar que

demanda de tecnología en esa región estaba integrada en el sistema científico y tecnológico de las economías más industrializadas que implicaba una inserción externa tecnológicamente dependiente<sup>92</sup>. En presencia de relaciones de mercado asimétricas, la aplicación de tecnología extranjera perpetúa la dependencia tecnológica de la periferia (Sagasti, 1975).

Leite Lopes (1970) evidenció que las empresas transnacionales presentes en Brasil mantenían los centros de investigación científica en sus países de origen para impedir la transferencia tecnológica en la periferia. Herrera (1976) criticó que la mayor parte de la investigación científica realizada por las empresas multinacionales en la periferia estaba desligada de las necesidades de la industria local. Teitel (1973) y Sábato (1976) plantearon que en la periferia capitalista se aplicaban los meros resultados de las actividades de I+D realizadas en los países industrializados. Por último, Ominami (1987) criticó que las empresas transnacionales limitaban la transferencia internacional hacia los países en desarrollo a través de la internalización de la tecnología, es decir, restringiendo el flujo de tecnología dentro de las propias firmas.

Los críticos de la dependencia señalan que los países periféricos se caracterizan por una base científica y tecnológica *exógena* (Sagasti, 2011). Es decir, el conocimiento científico y tecnológico responde a "... centros de decisión fundamentalmente externos" (Sunkel, 1972: 24) y el marco regulador de la tecnología refleja "... un modelo de industrialización basado en pautas tecnológicas externas" (Katz, 1976: 204). Así pues, el atraso tecnológico de la periferia no es un fenómeno coyuntural, sino que deriva de su herencia colonial (Jaguaribe, 1975).

El enfoque de la dependencia aporta una visión crítica de los derechos de propiedad intelectual evidenciando que las patentes de las empresas transnacionales no se usan para transferir tecnología extranjera sino para obstaculizar el ingreso de otros competidores en el país receptor. Las investigaciones empíricas mostraron que en los países en desarrollo la gran parte de las patentes otorgadas estaba poseída por empresas extranjeras y no era utilizada en la actividad productiva (Vaitsos, 1973). En otros términos, el número de patentes no necesariamente refleja una mayor innovación aplicada en la actividad productiva<sup>93</sup>. Además,

---

una parte significativa de la actividad inventiva doméstica estaba dirigida al aprendizaje tecnológico para adaptar tecnologías extranjeras en vez que innovar en el país receptor.

<sup>92</sup> Eso ocurre porque se generan no solo elevados gastos por la importación de tecnología extranjera y por el pago de licencias (en la periferia), sino también una serie de costos implícitos derivados de la imposición de condiciones desfavorables en los contratos de compra de tecnología.

<sup>93</sup> Esa aportación ha sido retomada por el pensamiento teórico más reciente: algunos han planteado que las patentes son activos estratégicos de las apuestas competitivas de las firmas las cuales patentan para obstaculizar otros competidores dejando inactivas las patentes (Cimoli y Primi, 2008; Stiglitz y Greenwald, 2014).

otros estudios evidenciaron que los contratos de comercialización de tecnología incluían un paquete de restricciones a los países compradores a través de cláusulas de amarre (Contreras, 1979; Halty-Carrère, 1986)<sup>94</sup>.

Ahora bien, los críticos de la dependencia tienden a desconfiar en la posibilidad de una dinámica tecnológica propia en los países en desarrollo. A nuestro entender, eso contradice el desarrollo tecnológico que sí ocurrió en la periferia capitalista en años más recientes (aunque de forma heterogénea). Para abordar este asunto, consideramos oportuno discutir otras aportaciones teóricas que otorgan relevancia a la regulación de la tecnología.

### 2.4.3 ESCUELA DE LA REGULACIÓN

En los años setenta se intensificó el debate internacional sobre el tema del desarrollo tecnológico en los países en desarrollo y se consolidó un acercamiento favorable a la regulación<sup>95</sup>. En esa postura confluyeron diferentes corrientes teóricas que vamos a abordar a continuación: i) el planteamiento sobre tecnología apropiada; ii) la perspectiva marxista; y iii) el pensamiento latinoamericano sobre ciencia y tecnología.

En primer lugar, en el ámbito de las Naciones Unidas el Grupo de los 77<sup>96</sup> planteó la necesidad de una mayor regulación internacional para promover una transferencia de tecnología *apropiada* a las condiciones de los países en desarrollo (Stewart, 1983). La idea central de este planteamiento es que la selección de técnicas de producción debe ser adecuada a las características estructurales de dichos países (Sen, 1969; Ishikawa, 1983; Robinson, 1983). Al respecto, Merhav (1972) argumentó que la importación de tecnologías modernas desde los

---

<sup>94</sup> Entre ellas, destacamos las siguientes. En primer lugar, la obligación de comprar bienes de capital y productos intermedios desde las mismas empresas vendedoras de tecnología. Segundo, la obligación de las empresas locales de solicitar permisos de importación a los propietarios de las patentes (Halty-Carrère, 1986). Y tercero, las cláusulas que imponen restricciones sobre la fuente de suministro de bienes y servicios, como la compra obligatoria del licenciante extranjero o las limitaciones a la exportación de productos fabricados con tecnología extranjera (Teitel, 1973).

<sup>95</sup> En 1970, a partir de la acción del Grupo Andino, se abrió una etapa de replanteo de la regulación en materia de adquisición internacional de tecnología industrial. Haciendo hincapié en las conclusiones presentadas en 1974 por un grupo de expertos internacionales, los miembros del Grupo de los 77 participaron (en 1975) en el Grupo Intergubernamental de Expertos de la UNCTAD y elaboraron un anteproyecto de Código de Conducta sobre Transferencia de Tecnología (Wionczek, 1975). Esas acciones promovieron la Declaración sobre el establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional, de 1 de mayo de 1974, que planteó una revisión del Convenio de la Unión de París de 1883 en tema de protección de la propiedad industrial. El debate ha sido reabierto en 2015 en ocasión de la Tercera Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo, en que se ha decidido establecer un mecanismo facilitador de tecnología para los países en desarrollo.

<sup>96</sup> El Grupo de los 77 es una organización intergubernamental de países en desarrollo creada en 1964 cuya misión es articular y promover sus intereses económicos colectivos en el ámbito del sistema de las Naciones Unidas.

países industrializados implicaba el trasplante de técnicas que generaban monopolios cuando eran implementadas en países con sistemas productivos en fase incipiente de desarrollo. Por esa razón, las tecnologías extranjeras importadas son inadecuadas para los países en desarrollo debido a la estrechez de sus mercados internos y a su reducida escala de producción (Fajnzylber, 1983)<sup>97</sup>.

En segundo lugar, la visión marxista interpreta la tecnología como parte integrante del proceso de acumulación capitalista: la tecnología se somete a la lógica del capital la cual estriba en su valorización y reproducción a través de la acumulación (Marx, 1972). Esa postura plantea que el desarrollo tecnológico es un fenómeno social que responde a las necesidades de acumulación capitalista a escala mundial (Coriat, 1976; Benko y Lipietz, 1992; Chenais, 1992)<sup>98</sup>.

Además, se argumenta que las nuevas técnicas constituyen un instrumento de dominación del capital sobre el trabajo: la gran industria basada en sistemas de máquinas convierte el trabajador enajenado en mero apéndice “vivo” de aquellas (Coriat, 1979)<sup>99</sup>. Siendo que en la fase del capitalismo caracterizada por la internacionalización de la producción, esa dominación es liderada por las empresas transnacionales, los críticos abogan por modificar el “modo de regulación”<sup>100</sup> de la tecnología a nivel internacional (Aglietta, 1976; Boyer, 1986; Chesnais, 1994).

---

<sup>97</sup> El mecanismo es lo siguiente. Las reducidas barreras a la entrada en los mercados permiten el ingreso de un elevado número de empresas transnacionales, principalmente en sectores productivos con elevada diferenciación de producto. Al no realizar actividades innovadoras significativas en las economías receptoras, las filiales de las transnacionales importan productos e insumos fabricados con tecnología extranjera; eso agrava el déficit externo en el proceso de industrialización (Fajnzylber, 1983).

<sup>98</sup> Este planteamiento radica en las transformaciones ocurridas en la primera mitad del siglo XX a partir de la introducción en la industria de los *Principles of Scientific Management*, publicados en 1911 por Frederick Winslow Taylor. La organización científica (*scientific management*) consiste en descomponer el saber hacer de los obreros (el oficio) en tareas elementales y en medir los movimientos y los tiempos necesarios a ejecutarlas. En base a los principios del taylorismo, para cada operación se determina la única mejor forma de ejecutarla y esa se impone al trabajador bajo una estricta supervisión. En la visión marxista, la introducción del cronómetro en el taller permitió eludir la pérdida de tiempo de los trabajadores, acabando así con una posible forma de resistencia contra los capitalistas (Coriat, 1979).

<sup>99</sup> El método marxista establecido al tratar la técnica se basa en una concepción del proceso de producción capitalista en su doble determinación: como proceso de valorización del capital y como proceso de trabajo (Boyer y Coriat, 1985). La expresión apéndice “vivo” contrasta con el trabajo “muerto” representado por las máquinas. Véase Marx (2010).

<sup>100</sup> El concepto de “modo de regulación” ha sido introducido por la escuela de la regulación francesa y consiste en el conjunto de normas (implícitas o explícitas), instituciones, mecanismos de compensación y dispositivos de información que ajustan de manera permanente los comportamientos individuales a la lógica de conjunto del régimen de acumulación (Aglietta, 1976; Leborgne y Lipietz, 1992). Por “régimen de acumulación” se entiende el conjunto de regularidades que posibilitan una acumulación de capital que amortiza los desequilibrios permanentes derivados del proceso de formación del capital (Boyer, 1992).

En ese ámbito, Michalet (1976) evidenció que la *estrategia tecnológica* de las empresas transnacionales no se basa en la mera localización de actividades productivas sino más bien en la venta de tecnología a los países receptores: patentes, licencias, plantas productivas llave en mano, *know-how* y servicios técnicos y de ingeniería. La estrategia tecnológica constituye una nueva forma de expansión mundial del capital que “... *correspond à une internationalisation fondée sur des processus intangibles*” (Michalet, 1976: 154). La empresa transnacional puede localizar sus centros de investigación en los países periféricos; sin embargo, el caso más frecuente consiste en que esos centros se especialicen en la adaptación de tecnología procedente del país de origen de la empresa más que en la innovación en el país receptor. Este análisis es pertinente con nuestro trabajo puesto que, como mostraremos en el capítulo 8, diversas empresas transnacionales del sector petrolero instalaron centros de investigación en Brasil.

En tercer lugar, algunos teóricos latinoamericanos argumentaron que el desarrollo tecnológico de los países periféricos depende de la consolidación de sus propias capacidades científicas y técnicas. Estos autores cuestionaron la existencia de un determinismo en la condición de dependencia y abogaron por políticas públicas orientadas a fortalecer la actividad científica nacional en los países en desarrollo (Sagasti, 1975; Katz, 1976; Sábato, 1976). En definitiva, se criticó que para romper con la dependencia tecnológica fuera indispensable fortalecer la capacidad productiva y tecnológica interna a los países en desarrollo (Herrera, 1970; Ferrer, 1974, 1976; Michalet, 1980)<sup>101</sup>. En concreto, ese planteamiento defiende una redefinición del modelo de negociación internacional de la tecnología a través de una revisión del marco regulador (Leite Lopes, 1972; Teitel, 1973; Sagasti, 1977)<sup>102</sup>.

A ese respecto, los resultados exitosos de las experiencias japonesa y coreana reforzaron la tesis que la regulación del flujo de tecnología extranjera fuera necesaria para permitir que los países en desarrollo seleccionaran las técnicas adecuadas a sus necesidades (Halty-Carrère, 1975, 1986; UNIDO, 1975; Rosenberg, 1982; Stewart, 1983). Este planteamiento estriba en la concepción que el “Estado desarrollista” puede y debe implementar políticas industriales selectivas para fomentar el desarrollo industrial y tecnológico, como hicieron con éxito Japón (Ozawa, 1974; Johnson, 1982) y Corea del Sur (Amsden, 1989; Kim, 1997).

---

<sup>101</sup> Ferrer (1974, 1976) argumentó que era necesario tanto replantear el marco regulador de la inversión extranjera para facilitar la desagregación de los paquetes tecnológicos como promover políticas de compras públicas de bienes y servicios orientadas a incentivar el desarrollo tecnológico en los países en desarrollo.

<sup>102</sup> Algunos defendieron también la importancia de una mayor cooperación científica regional entre los países del llamado Tercer Mundo (Herrera, 1970; Ferrer, 1976; Sagasti, 1977). Otros abogaron por una mayor participación de los organismos internacionales de asistencia técnica y financiera para mejorar el proceso de negociación en el mercado de tecnología (Leite Lopes, 1972; Teitel, 1973).

En ese ámbito, Sábato y Botana (1970) y Sábato (1971) propusieron un nuevo marco conceptual para interpretar el desarrollo tecnológico otorgando relevancia central al Estado. El paradigma elaborado por los autores se basa en un triángulo de relaciones entre tres vértices: i) el gobierno nacional; ii) la estructura productiva; y iii) la infraestructura científico-tecnológica (sistema educativo, universidades, centros de investigación, etc.)<sup>103</sup>. El planteamiento central de este modelo consiste en que, para desarrollar capacidades tecnológicas en la periferia, el Estado debe alentar la inserción de la ciencia y la tecnología en la trama misma del desarrollo económico.

En nuestra opinión, el concepto del triángulo es una herramienta analítica adecuada para investigar el desarrollo tecnológico en tanto que evidencia la relevancia de las interrelaciones sistémicas entre los actores, como plantea también el enfoque de sistemas de innovación. No obstante, el paradigma del triángulo no concreta alguna propuesta específica de política pública para promover el desarrollo tecnológico y, además, no profundiza en el papel de las instituciones. A nuestro entender, las aportaciones neoestructuralistas surgidas posteriormente aportan elementos relevantes para completar este análisis; por ello, a continuación, vamos a profundizar en ellas.

#### **2.4.4 NEOESTRUCTURALISMO LATINOAMERICANO**

A partir de los años ochenta ocurrieron cambios trascendentes en la economía mundial relacionados con los procesos de apertura de los mercados impulsados por el Consenso de Washington y la Sociedad Mont Pelerin<sup>104</sup>. En este nuevo contexto, se consolidó un consenso favorable al mercado en tema de tecnología (UNCTAD, 2001) el cual se asienta en tres postulados neoclásicos. En primer lugar, la protección de los derechos de propiedad intelectual es una condición necesaria para permitir la apropiación privada de las rentas derivadas de las inversiones en I+D y para fomentar la innovación. Segundo, la liberalización del comercio internacional promueve la transferencia tecnológica internacional<sup>105</sup>. Y tercero, se adopta una

---

<sup>103</sup> Más en concreto, Sábato y Botana (1970) distinguen entre: i) relaciones dentro de cada vértice (intrarrelaciones); ii) relaciones entre los vértices (interrelaciones); y iii) relaciones entre cada uno de los vértices con el contorno externo del espacio en que se sitúan (extrarrelaciones).

<sup>104</sup> La Sociedad Mont Pelerin es una asociación fundada en 1947 cuyo objetivo original es facilitar el intercambio de ideas entre académicos de diferentes disciplinas de orientación liberal.

<sup>105</sup> Ese acercamiento ha sido recogido particularmente en el seno de la Organización Mundial del Comercio (OMC). En el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) y en el Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS) el acceso a la tecnología por parte de los países en desarrollo se concibe como un proceso fundamentalmente basado en operaciones comerciales.

concepción lineal del proceso de innovación en el cual, al contrario del modelo lineal de los años cuarenta, el actor protagonista es el sector privado, no el Estado.

Con el retorno de las ideas neoclásicas, el debate sobre ciencia, tecnología e innovación pasó en segundo plano<sup>106</sup>. En este contexto, los estructuralistas latinoamericanos pretendieron renovar el pensamiento antecedente que criticaron por hacer demasiado hincapié en la vertiente distributiva del progreso técnico, en detrimento de un análisis de las condiciones para impulsarlo. Según Rodríguez (1991: 286): “... el progreso técnico como tal no fue abordado y, en consecuencia, no condujo a planteamientos de estrategias tecnológicas”. Además, argumentaron que durante la etapa de sustitución de importaciones “... la importación de tecnología extranjera constituyó, sin duda, la principal fuente de innovación en el proceso de industrialización latinoamericano” (Correa, 1994: 144).

Los neoestructuralistas criticaron la incapacidad de la industrialización sustitutiva de abrir la “caja negra” del progreso técnico argumentando que el desarrollo industrial volcado hacia el mercado interno había generado escasas capacidades tecnológicas en la periferia. La insuficiente incorporación del progreso técnico en la actividad productiva fue vinculada con el problema del “casillero vacío”, es decir, con el crecimiento sostenido sin equidad de la región latinoamericana (Fajnzylber, 1990).

La contribución central de los neoestructuralistas fue la propuesta de una estrategia de desarrollo “desde dentro” para promover la transformación productiva vía mayor incorporación del progreso técnico en la periferia (Sunkel, 1991). Esa transformación estriba en una estrategia de generación endógena del desarrollo tecnológico en función de las necesidades y las características de los países periféricos. La estrategia se concreta en una intervención gubernamental mirada a vincular la actividad científica con la estructura productiva, en la cual el marco institucional desempeña un papel central (Rodríguez, 1991; Correa, 1994). Más en general, se aboga por insertar la política de ciencia, tecnología e innovación en la estrategia de desarrollo económico (CEPAL y GIZ, 2012).

---

<sup>106</sup> El proceso de ajuste estructural en América Latina comportó una decidida reducción del gasto gubernamental, que a su vez implicó un progresivo debilitamiento de la infraestructura científica creada en las décadas anteriores. La agenda del Consenso de Washington no prestó ninguna atención al papel de la política tecnológica. Por otra parte, la discusión sobre tecnología apropiada a los países en desarrollo perdió relevancia en el debate; se atribuyó mayor énfasis al comportamiento de las empresas innovadoras que al papel de las políticas públicas (Sagasti, 2011). La innovación fue incorporada en el discurso modernizador latinoamericano de manera mimética, es to es, trasladando problemas y soluciones surgidos en el contexto de los países industrializados y, por tanto, aportando elementos conceptuales inadecuados a la realidad local (Albornoz, 2013).



En definitiva, los neoestructuralistas contribuyen al debate evidenciando que el Estado desempeña un rol vital para fomentar el desarrollo tecnológico en los países en desarrollo (CEPAL y SEGIB, 2010). No obstante, no defienden una postura estatista, sino que proponen una colaboración abierta entre el sector público y el sector privado (CEPAL y OCDE, 2011). De esa forma, esta visión supera tanto el pesimismo del enfoque de la dependencia como las limitaciones de la escuela de la regulación. Por estas razones, la postura neoestructuralista contribuye de forma original al estudio del desarrollo tecnológico y resulta pertinente con nuestra investigación.

## **2.5 BALANCE DEL DEBATE TEÓRICO Y PROPUESTA ANALÍTICA**

En el comienzo del capítulo se habían planteado dos objetivos. El primero consistía en definir los conceptos de tecnología y desarrollo tecnológico; este objetivo ha sido abordado en el primer apartado. El segundo objetivo era determinar los factores que alientan el desarrollo tecnológico; al respecto, a continuación, vamos a presentar un balance del debate teórico para elaborar una propuesta analítica aplicable al fenómeno estudiado.

Haciendo hincapié en las críticas ya expuestas a lo largo del capítulo, vamos a comparar aquellas corrientes teóricas que hemos ya señalado como las más pertinentes con nuestro objetivo de investigación: i) el enfoque de sistemas de innovación; ii) la escuela de la regulación; y iii) el neoestructuralismo latinoamericano. La comparación permite justificar la elección de los elementos teóricos pertinentes para el posterior desarrollo del estudio de caso.

En primer lugar, las tres posturas difieren por el proceso objeto de estudio. El enfoque de sistemas de innovación hace hincapié en la innovación tecnológica que acontece en el sector privado, puesto que considera la firma como el motor de ese proceso (enfoque microeconómico). Por otra parte, la escuela de la regulación estudia la transferencia tecnológica internacional criticando los efectos de las estrategias tecnológicas de las empresas transnacionales (enfoque macroeconómico). En coincidencia con esta última postura, también los neoestructuralistas adoptan una perspectiva global para estudiar el desarrollo tecnológico en la periferia; no obstante, incluyen en el análisis aspectos más amplios que la transferencia tecnológica otorgando relevancia a la estrategia nacional de desarrollo. A nuestro entender, es apropiado combinar una perspectiva microeconómica, basada en el estudio de las estrategias tecnológicas de las firmas en el sector petrolero, con una macroeconómica, fundada en un análisis del sector a nivel mundial.

Segundo, los tres enfoques coinciden en plantear que el desarrollo tecnológico es un proceso evolutivo. En esta investigación adoptamos una perspectiva evolutiva y rechazamos el modelo lineal de inspiración neoclásica teniendo en cuenta las limitaciones ya discutidas a lo largo del capítulo. Eso implica que vamos a estudiar el proceso de desarrollo tecnológico asumiendo la existencia de retroalimentaciones entre ciencia y tecnología.

Tercero, podemos identificar una serie de factores determinantes del desarrollo tecnológico. Conviene distinguir entre los factores más generales (relacionados con el propio proceso de desarrollo tecnológico) y los más específicos del país o sector analizados.

Con respecto a los factores determinantes generales, el enfoque de sistemas de innovación otorga relevancia a la herencia (*path dependence*), que radica en la visión evolutiva del desarrollo tecnológico. Por otro lado, los regulacionistas consideran que el proceso histórico de acumulación capitalista condiciona el desarrollo tecnológico <sup>107</sup>. Por su parte, los neoestructuralistas otorgan relevancia a los factores históricos y estructurales. En definitiva, los tres enfoques concuerdan en que la herencia condiciona el desarrollo tecnológico; por ello, concluimos que un análisis de la evolución histórica de las instituciones y los actores, así como de sus interrelaciones, es indispensable para entender ese proceso.

Con respecto a los factores determinantes específicos, podemos comparar una serie de elementos. En primer lugar, hay amplia coincidencia entre los tres enfoques en que las instituciones son un factor determinante del desarrollo tecnológico. El enfoque de sistemas de innovación otorga relevancia a las instituciones formales e informales que inciden en las estrategias tecnológicas de las firmas <sup>108</sup>. De acuerdo con esta visión, las instituciones determinan la acumulación de capacidades tecnológicas en una economía y, de esa forma, condicionan la dinámica del desarrollo tecnológico. Las instituciones formales consisten básicamente en la regulación del mercado, que debería ser mínima y limitada a la protección de los derechos de propiedad intelectual.

Por otro lado, los regulacionistas y los neoestructuralistas interpretan las instituciones formales como una regulación fuerte de la tecnología. Además, al contrario del enfoque de

---

<sup>107</sup> Cabe notar que incluso en la visión schumpeteriana el desarrollo tecnológico está fundamentado en la lógica capitalista: la innovación consiste en la explotación comercial de una invención.

<sup>108</sup> Con respecto a las instituciones formales, ese enfoque plantea que la protección de los derechos de propiedad intelectual es una condición necesaria para incentivar las empresas a innovar; con respecto a las instituciones informales, el enfoque de sistemas de innovación evidencia el rol de las normas sociales que condicionan la interacción sistémica entre las firmas.

sistemas de innovación, estas dos corrientes consideran los derechos de propiedad intelectual como un obstáculo al desarrollo tecnológico en la periferia. Frente a esa controversia, en la tercera parte de la Tesis profundizaremos en el tema de la propiedad intelectual en el caso brasileño.

En cuanto a las instituciones informales, el enfoque de sistemas de innovación señala la relevancia de las normas sociales y códigos de conducta en las relaciones entre las firmas. En cambio, los regulacionistas otorgan un papel secundario a las empresas y sus vínculos informales. Por otra parte, los neoestructuralistas consideran que el sector público y el sector privado pueden dialogar para establecer vínculos informales recíprocos que propicien el desarrollo tecnológico.

Un segundo factor determinante del desarrollo tecnológico consiste en el papel de los actores implicados en este proceso. Las tres corrientes consideran que los actores públicos desempeñan un rol central. Sin embargo, el enfoque de sistemas de innovación plantea que la intervención del Estado debe ser mínima y limitada a: i) asegurar el funcionamiento de la actividad científica nacional (e.g. financiación del sistema educativo); ii) incentivar la inversión en I+D privada; y iii) proteger los derechos de propiedad intelectual. Por otro lado, los regulacionistas y los neoestructuralistas abogan por un papel proactivo del Estado, a través de una regulación del sector privado funcional a la promoción del desarrollo tecnológico. Como explicaremos en la segunda parte de la Tesis, tanto los actores públicos como los privados desempeñan un rol en el desarrollo tecnológico; por ende, investigaremos la interacción entre los diferentes actores implicados en el sector petrolero brasileño.

Los tres enfoques plantean que las organizaciones de ciencia y tecnología (OCT), esto es, universidades y centros de investigación, son actores relevantes en el proceso de desarrollo tecnológico. En el enfoque de sistemas de innovación el conocimiento generado por estas organizaciones contribuye a la acumulación de capacidades tecnológicas<sup>109</sup>. Más en concreto, ese enfoque otorga un rol prioritario a los centros de investigación de las firmas, mientras que los regulacionistas y los neoestructuralistas otorgan más relevancia a las organizaciones públicas; como veremos en los próximos capítulos, tanto las OCT privadas como las públicas participan activamente en el sector petrolero brasileño<sup>110</sup>.

---

<sup>109</sup> Ver: Mazzoleni y Nelson (2009).

<sup>110</sup> Debido a la amplia participación de las universidades públicas en el caso brasileño, abordaremos las OCT en el mismo capítulo de los actores públicos (capítulo 5).

Por lo que respecta a los actores privados, el enfoque de sistemas de innovación plantea que las firmas son el motor del desarrollo tecnológico. Por otra parte, la escuela de la regulación adopta una visión crítica con respecto a las empresas transnacionales las cuales obstaculizarían ese proceso en los países en desarrollo. Contra esta discrepancia entre las dos posturas, los neoestructuralistas se acercan al enfoque de sistemas de innovación en tanto que reconocen que las empresas privadas son actores clave para promover el desarrollo tecnológico. No obstante, a diferencia de aquel enfoque, los neoestructuralistas matizan que la inversión privada *per se* no es suficiente a impulsar a ese proceso, puesto que es necesaria una colaboración entre sector privado y sector público. Además, estos autores consideran que las empresas públicas, así como las empresas mixtas (con capital público y privado), pueden contribuir al desarrollo tecnológico. Como explicaremos más adelante, este acercamiento es apropiado para el caso brasileño debido al rol hegemónico de la compañía petrolera nacional, Petrobras.

Haciendo hincapié en lo discutido anteriormente, en el cuadro abajo vamos a comparar sintéticamente las aportaciones del enfoque de sistemas de innovación, la escuela de la regulación y el neoestructuralismo latinoamericano. Los factores determinantes del desarrollo tecnológico que hemos ilustrado anteriormente serán abordados en la segunda parte de la Tesis.

**Cuadro 2.1**

**Comparación entre el enfoque de sistemas de innovación, la escuela de la regulación y el neoestructuralismo latinoamericano**

	<b>Sistemas de innovación</b>	<b>Escuela de la regulación</b>	<b>Neoestructuralismo</b>
▪ Proceso objeto de estudio	Innovación tecnológica en la firma privada	Transferencia tecnológica internacional	Desarrollo tecnológico en la periferia
▪ Perspectiva de análisis	Microeconómica: comportamiento de las firmas privadas innovadoras	Macroeconómica: mercado internacional de tecnología	Macroeconómica: visión centro-periferia
▪ Dinámica del desarrollo tecnológico	Proceso evolutivo y sistémico guiado por el sector privado	Proceso evolutivo y sistémico dominado por las empresas transnacionales	Proceso evolutivo y sistémico cuyo fruto se propaga de forma desigual entre centro y periferia
▪ Factores determinantes del desarrollo tecnológico:			
- Determinantes generales	La herencia en el proceso de desarrollo tecnológico ( <i>path dependence</i> )	Lógica de la acumulación capitalista a escala mundial	Factores históricos ( <i>path dependence</i> ) y estructurales
- Instituciones	Formales		
	Regulación mínima del mercado	Regulación fuerte del flujo de tecnología extranjera	Regulación del mercado adecuada para los fines de política
	Informales		
	Normas sociales en las relaciones entre las firmas	Las instituciones informales desempeñan un papel secundario	Colaboración entre sector público y privado. Dirección estratégica de las empresas estatales
- Actores	Públicos		
	El gobierno nacional otorga incentivos a la innovación tecnológica en favor del sector privado	El gobierno nacional regula la transferencia tecnológica internacional	El gobierno nacional promueve activamente políticas de desarrollo tecnológico e industrial
	Privados		
	Las empresas privadas son el motor de la innovación tecnológica	Las empresas transnacionales son un obstáculo al desarrollo tecnológico en los países en desarrollo	Es necesaria una colaboración entre sector público y privado en el desarrollo tecnológico

Fuente: elaboración propia

En síntesis, podemos concluir que para investigar el proceso de desarrollo tecnológico es indispensable analizar conjuntamente las interrelaciones entre actores públicos y privados, así como fue recogido por el paradigma de Sábato y Botana (1970)<sup>111</sup>. El modelo teórico propuesto por estos dos autores parece adecuado para responder a nuestra pregunta de investigación; no obstante, consideramos esencial agregarle otro factor determinante del desarrollo tecnológico que he emergido de la revisión crítica de la literatura: las instituciones.

De esa forma, recogemos la aportación neoinstitucionalista la cual señala la relevancia de la interacción entre instituciones y organizaciones (North, 1990): las instituciones afectan a las estrategias de las organizaciones y, simultáneamente, las organizaciones son agentes del cambio institucional. Cabe precisar que, en lugar de “organizaciones”, adoptaremos el término “actores” siendo que queremos enfatizar nuestro interés en las interrelaciones que ocurren entre ellos en el proceso de desarrollo tecnológico.

Cabe resaltar que tanto el cambio institucional como el desarrollo tecnológico son procesos evolutivos; eso implica que la interacción entre actores e instituciones es dinámica, esto es, ocurren acciones y respuestas. Por ende, no es suficiente analizar separadamente estos factores, sino que es necesario estudiar cómo interactúan entre ellos en el proceso de desarrollo tecnológico. Además, el resultado final no deriva solo de la interacción entre jugadores y reglas del juego, esto es, entre actores e instituciones, sino también de las condiciones del campo de juego, es decir las características estructurales del sector o país analizado (Paz, 2015).

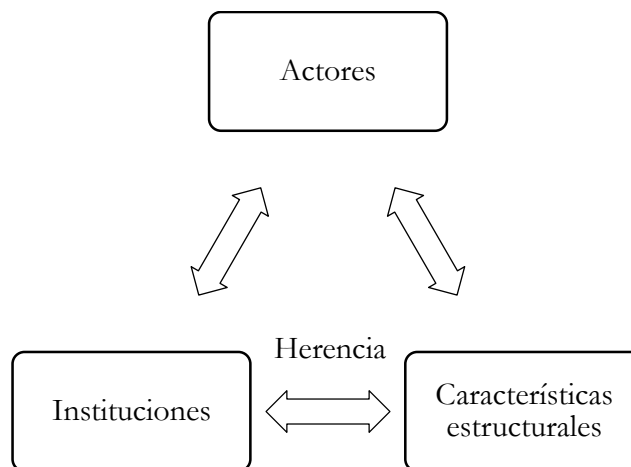
En definitiva, nuestra propuesta analítica para el estudio del desarrollo tecnológico señala que la interacción dinámica entre actores e instituciones, mediada por las características estructurales, determina el proceso de desarrollo tecnológico en una economía (gráfico abajo). Siendo que tanto el proceso de desarrollo tecnológico como el cambio institucional son fenómenos evolutivos, la propuesta analítica incorpora el papel de la herencia (*path dependence*).

---

<sup>111</sup> Cabe puntualizar que algunos han propuesto un concepto análogo al triángulo de Sábato y Botana (1970): la triple hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Esta noción es utilizada para estudiar las relaciones entre los tres vértices del triángulo otorgando relevancia al papel de las universidades en el desarrollo tecnológico. Este enfoque se distancia del concepto de triángulo, que evidencia más bien la primacía del gobierno nacional. A nuestro entender, otorgar prioridad a un solo vértice del triángulo no consiente entender el proceso colectivo que caracteriza el desarrollo tecnológico y, además, descuida las retroalimentaciones existentes entre los tres vértices. Por tanto, aquí combinamos una perspectiva micro y macroeconómica para el análisis del desarrollo tecnológico; consideramos relevante investigar tanto las estrategias tecnológicas de las firmas como las actuaciones de los actores públicos y de las universidades y centros de investigación.

**Gráfico 2.1**

**Propuesta analítica general para el estudio del desarrollo tecnológico**



Fuente: elaboración propia

Haciendo hincapié en esta propuesta analítica, en la segunda parte de la Tesis abordaremos las características estructurales del sector petrolero (capítulo 3). Posteriormente, profundizaremos en las estrategias tecnológicas de los actores privados, más en concreto las compañías petroleras y las empresas de servicios (capítulo 4). Además, analizaremos los actores públicos vinculados con el sector petrolero brasileño adoptando una perspectiva histórica para tener en cuenta el papel de la herencia (capítulo 5). Por último, indagaremos el marco institucional del caso brasileño otorgando relevancia a las instituciones formales que inciden en el desarrollo tecnológico (capítulo 6).

---

## **PARTE II**

# **FACTORES DETERMINANTES DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO**

---





## CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL SECTOR PETROLERO

En el capítulo anterior hemos elaborado una propuesta analítica que señala que la interacción entre actores e instituciones, mediada por las características estructurales, determina el proceso de desarrollo tecnológico. En relación con la propuesta analítica, en este capítulo vamos a abordar las características estructurales del sector petrolero. En primer lugar, profundizaremos en las condiciones de explotación del petróleo y el gas en Brasil y explicaremos cómo afectan las estrategias tecnológicas de las firmas (3.1). Posteriormente, destacaremos las vías del desarrollo tecnológico en ese sector (3.2). Finalmente, concluiremos con una síntesis de los argumentos tratados en este capítulo (3.3).

### 3.1 LAS CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN DEL PETRÓLEO Y EL GAS EN BRASIL

A continuación, vamos a exponer las principales características del sector petrolero brasileño en esa orden: i) participación en el PIB; ii) inversión; iii) producción; y iv) reservas.

En primer lugar, aunque el servicio nacional de estadística brasileño (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, IBGE) no publica la contribución al PIB del sector petrolero en cuanto tal, hemos encontrado que entre el valor añadido bruto de la industria extractiva ha crecido gradualmente desde un 1,4 % del PIB en 2000 hasta un 3,7 % del PIB en 2014 (siendo en promedio un 3 % del PIB en este período)<sup>112</sup>. Sin embargo, este indicador recoge apenas algunas de las actividades del sector petrolero y, por otra parte, incluye otras actividades diferentes como la minería.

El cálculo de la aportación al PIB del sector petrolero depende de la definición de este último, que podría incorporar tanto las actividades extractivas como diversos subsectores de la industria de transformación (maquinarias, equipamientos, etc.). Puesto que el IBGE no define

---

<sup>112</sup> Fuente: elaboración propia a partir de datos del Instituto de Investigación Económica Aplicada (*Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*, IPEA). Fuente original: IBGE, *Sistema de Contas Nacionais Referência 2000* (IBGE/SCN 2000 Anual). El valor ha sido calculado a precios básicos.

el sector petrolero y no hay publicaciones recientes sobre su contribución al PIB<sup>113</sup>, conviene señalar las estimaciones oficiales del Gobierno de Brasil las cuales indican que la participación del sector aumentó de un 3 % a un 13 % del PIB entre 2000 y 2014<sup>114</sup>.

En segundo lugar, las estimaciones del *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social* (BNDES) indican que en 2015-2018 el sector petrolero será el mayor receptor de inversiones en la economía brasileña (BRL 296 264 millones). La inversión en el sector petrolero constituirá en torno a un 53 % de la inversión total en la industria brasileña en ese período (BNDES, 2016). Cabe resaltar que solo la inversión total de Petrobras representó en promedio un 5,4 % de la formación bruta de capital fijo (FBCF) nacional entre 1998 y 2015<sup>115</sup>.

En tercer lugar, en 2015 Brasil produjo en media 2,53 MMbd de petróleo, siendo el 12° productor a nivel mundial y el 3° en América Latina<sup>116</sup>. En el mismo año el país produjo también 22 900 MMm<sup>3</sup> de gas natural, siendo el 31° productor a nivel mundial y el 5° en América Latina (BP, 2016a). En términos de barriles de petróleo equivalente (boe), la producción media de petróleo y gas natural de Brasil fue 3,04 MMboed en 2015<sup>117</sup>. En 2016 el país produjo en media 2,61 MMbd de petróleo, siendo el 10° productor mundial y el 1° en América Latina (IEA, 2017). En el mismo año, la producción nacional media de petróleo y gas natural aumentó hasta 3,16 MMboed en 2016<sup>118</sup>.

Según la ANP, en 2024 Brasil podría producir en torno a 4,8 MMbd de crudo, lo que consolidaría el país entre los mayores productores mundiales (MME, 2015). Por otra parte, Brasil es un importador neto de gas natural y el saldo anual de la balanza comercial relativa al crudo y los derivados ha sido históricamente negativo; en 2016, por primera vez desde cuando hay datos, dicho saldo ha sido positivo por un valor de USD 410 millones<sup>119</sup>.

---

<sup>113</sup> La ANP ha estimado que el sector petrolero contribuyó a un 5,4 % del PIB de Brasil en el año 2000. Fuente: ANP, 2002. *Estimativa da contribuição do setor petróleo ao Produto Interno Bruto do Brasil*. Río de Janeiro: ANP.

<sup>114</sup> Fuente: Santoro Martins, J.A., 2014. *The industry's role in promoting development*. World Petroleum Congress, Mosquí, 17/6/2014. Véase también: Gobierno de Brasil, 2014. *Setor de petróleo e gás chega a 13 % do PIB brasileiro*. 17/6/2014. Disponible en: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/06/setor-de-petroleo-e-gas-chega-a-13-do-pib-brasileiro>>.

<sup>115</sup> Fuente: elaboración propia a partir de datos de Petrobras (datos sobre inversiones), del *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (datos sobre FBCF) y del *Banco Central do Brasil* (datos sobre tipo de cambio del BRL contra el USD).

<sup>116</sup> El dato incluye petróleo crudo, óleo de esquisto (*tight oil*), petróleo a partir de arenas (*sands oil*) y gas natural licuado (GNL).

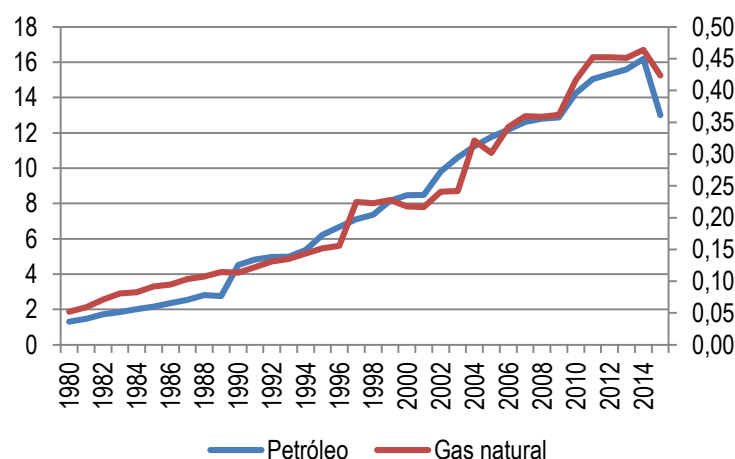
<sup>117</sup> Fuentes: ANP, 2015. *Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural*, n.º 64, diciembre de 2015.

<sup>118</sup> Fuente: ANP, 2016. *Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural*, n.º 76, diciembre de 2016.

<sup>119</sup> Fuente: Gobierno de Brasil, Ministerio de la Industria, Comercio Exterior y Servicios (*Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços*).

**Gráfico 3.1**

**Reservas de petróleo (miles de millones de barriles) y gas natural (billones de m<sup>3</sup>) de Brasil (1980-2015)<sup>1</sup>**



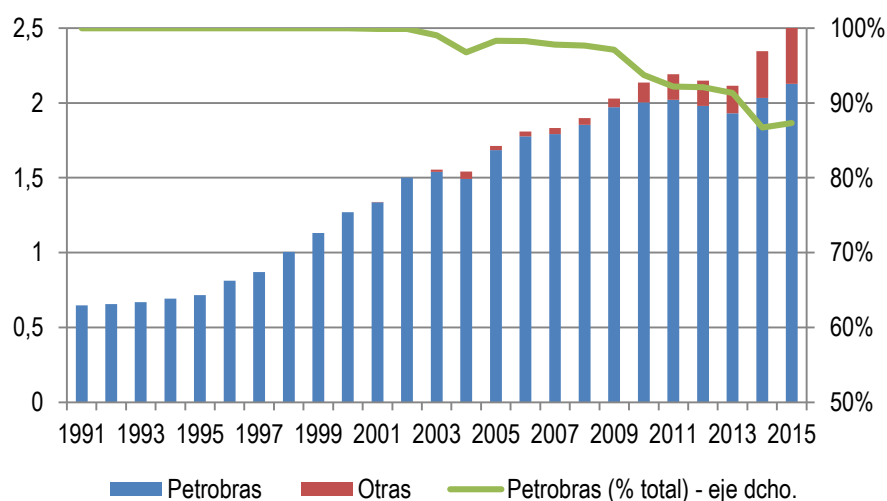
Fuente: BP (2016a). Nota: 1) Los datos sobre reservas de petróleo incluyen petróleo crudo, óleo de esquisto (*tight oil*), petróleo a partir de arenas (*sands oil*) y GNL. Los datos sobre gas natural incluyen gas quemado (*gas flared*) o reciclado

La producción de petróleo y gas natural de Brasil se ha incrementado paulatinamente en las últimas décadas. Aunque la participación relativa de Petrobras en la oferta nacional de petróleo y gas se ha reducido en los últimos años, la compañía sigue manteniendo una posición hegemónica (gráficos y tablas abajo). En 2015, Petrobras produjo en el país cerca de 2,13 MMbd de petróleo y GNL y 74,45 MMm³d de gas natural, contra una producción nacional total (todas las compañías) de 2,53 MMbd de petróleo y GNL y 96,24 MMm³d de gas natural. Las estimaciones más recientes indican que en 2021 Petrobras podría producir (en Brasil) 3,34 MMboed de petróleo, GNL y gas natural, contra los 2,63 MMboed producidos en 2016 (+27 %)<sup>120</sup>. Esta característica es crucial para entender el poder económico que Petrobras ha conservado posteriormente a la quiebra del monopolio en el sector, y su relevancia estratégica para el Estado brasileño.

<sup>120</sup> Fuente: i) Petrobras, 2016. *Plano de Negócios e Gestão 2017-2021*. ii) Petrobras, 2017. *Petrobras atinge sua meta de produção pelo segundo ano consecutivo e bate novos recordes históricos*. 11/1/2017. Disponible en: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/pt>>.

Gráfico 3.2

Producción de petróleo de Brasil (MMbd; 1991-2015)<sup>1</sup>



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Petrobras y de ANP (*Anuário Estatístico*, varios años).  
 Nota: 1) Incluye GNL. El valor de 1999 es una estimación nuestra debido a la ausencia de datos. Estimamos que Petrobras produjo un 100 % de la producción nacional anual. La primera ronda de licitación (que dio acceso a otras compañías petroleras en el sector petrolero brasileño) ocurrió en junio de 1999 y los datos disponibles indican que en 2000 y 2001 Petrobras aportaba todavía un 100 % de la producción nacional de crudo

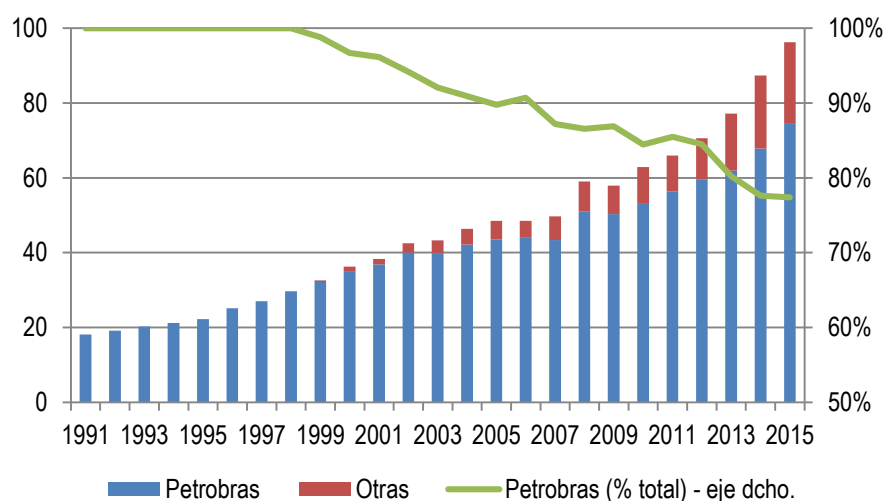
Tabla 3.1

Mayores diez compañías productoras de petróleo en Brasil (2015)<sup>1</sup>

Concesionaria <sup>2</sup>				Operadora <sup>2</sup>			
Compañía		Barriles	% total	Compañía		Barriles	% total
1	Petrobras	742 975 319	83,5	1	Petrobras	822 051 382	92,4
2	BG Brasil	49 797 133	5,6	2	Statoil Brasil	26 459 293	3,0
3	Repsol Sinopec	18 763 275	2,1	3	Shell Brasil	23 460 667	2,6
4	Statoil Brasil	15 875 576	1,8	4	Chevron Frade	8 500 307	1,0
5	Shell Brasil	13 491 036	1,5	5	OGX	4 900 627	0,6
6	Petrogal Brasil	12 000 470	1,3	6	HRT O&G	3 055 535	0,3
7	Sinochem Petróleo	10 583 717	1,2	7	SHB	256 370	0,03
8	OGX	4 900 627	0,6	8	Gran Tierra	221 570	0,02
9	ONGC Campos	4 749 748	0,5	9	Petrosynergy	192 483	0,02
10	Chevron Frade	4 398 059	0,5	10	Nova Petróleo	154 794	0,01
Otras		12 132 421	1,4	Otras		414 352	0,05
Total		889 667 381	100	Total		889 667 381	100

Fuente: ANP (2016). Notas: 1) Incluye petróleo condensado. 2) Todas las operadoras son también concesionarias, pero no vale viceversa

Gráfico 3.3

Producción de gas natural de Brasil (MMm<sup>3</sup>d; 1991-2015)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Petrobras y de ANP (*Anuário Estatístico*, varios años).  
 Nota: El valor de 1999 es una estimación nuestra debido a la ausencia de datos. Estimamos que Petrobras produjo un 99 % de la producción nacional anual. La primera ronda de licitación (que dio acceso a otras compañías petroleras en el sector petrolero brasileño) ocurrió en junio de 1999 y los datos disponibles indican que en 2000 Petrobras aportaba cerca de un 97 % de la producción nacional de gas natural

Tabla 3.2

## Mayores diez compañías productoras de gas natural en Brasil (2015)

Concesionaria <sup>1</sup>				Operadora <sup>1</sup>			
	Compañía	Miles m <sup>3</sup>	% total		Compañía	Miles m <sup>3</sup>	% total
1	Petrobras	28 523 873	81,2	1	Petrobras	33 115 159	94,3
2	BG Brasil	2 052 409	5,8	2	Parnaíba Gás	1 565 319	4,5
3	Parnaíba Gás	1 095 723	3,1	3	Shell Brasil	265 679	0,8
4	Queiroz Galvão	919 567	2,6	4	Chevron Frade	92 041	0,3
5	Repsol Sinopec	621 006	1,8	5	Statoil Brasil	36 773	0,1
6	Petrogal Brasil	571 676	1,6	6	OGX	15 407	<0,01
7	BPMB Parnaíba	469 596	1,3	7	HRT O&G	9348	<0,01
8	Geopark Brasil	204 308	0,6	8	Petrosynergy	4461	<0,01
9	Brasoil Manati	204 308	0,6	9	Gran Tierra	4200	<0,01
10	Shell Brasil	159 101	0,5	10	UTC EP	4066	<0,01
	Otras	304 800	0,9		Otras	13 993	0,04
	<i>Total</i>	<i>35 126 447</i>	<i>100</i>		<i>Total</i>	<i>35 126 447</i>	<i>100</i>

Fuente: ANP (2016). Nota: 1) Todas las operadoras son también concesionarias, pero no vale viceversa

Por último, las reservas probadas<sup>121</sup> de petróleo y gas de Brasil se encuentran predominantemente mar adentro: un 94,9 % y un 83,5 %, respectivamente (gráfico 3.4). Los

<sup>121</sup> Por “reserva probada” se entiende “la cantidad estimada de petróleo crudo y gas natural que los datos de ingeniería y geología demuestran con razonable certeza ser comercialmente recuperables en futuro desde reservorios conocidos, en base a las condiciones económicas, métodos operativos y regulaciones gubernamentales actuales”. Fuente: Society of Petroleum Engineers (SPE), sin fecha. *Petroleum reserves definitions*.

campos mar adentro constituyen también la principal fuente de producción de petróleo y gas del país: en 2015 aportaron respectivamente un 93,4 % y un 76,1 % de la producción nacional (ANP, 2016) (gráfico 3.5).

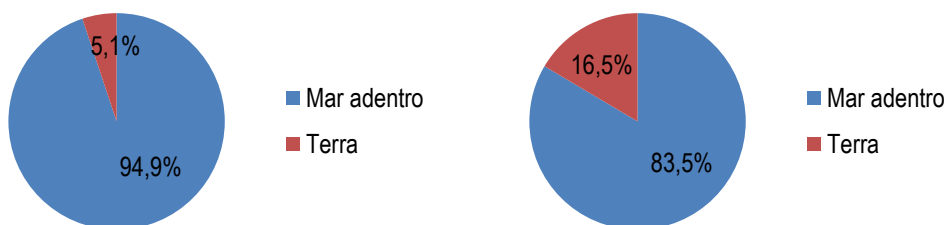
Cabe resaltar que la contribución del Presal se ha incrementado paulatinamente hasta superar el récord de 1 MMbd en 2016<sup>122</sup>. Este fue un evento extraordinario puesto que ese umbral fue alcanzado después de apenas ocho años del comienzo de la producción y con solo 52 pozos productores: en el pasado, para superar el mismo nivel, Petrobras demoró 45 años (ocurrió en 1998) explotando más de 8000 pozos. En diciembre de 2016 el Presal produjo en total 1,26 MMbd de petróleo y 49 MMm<sup>3</sup>d de gas natural, constituyendo respectivamente un 46,2 % y un 43,8 % de la producción nacional<sup>123</sup>. Como explicaremos más adelante, la localización de las reservas es un factor determinante de la tecnología aplicada para su explotación.

Gráfico 3.4

Reservas probadas de petróleo y gas natural de Brasil (2015)

3.4a Petróleo (% del total)<sup>1</sup>

3.4b Gas natural (% del total)



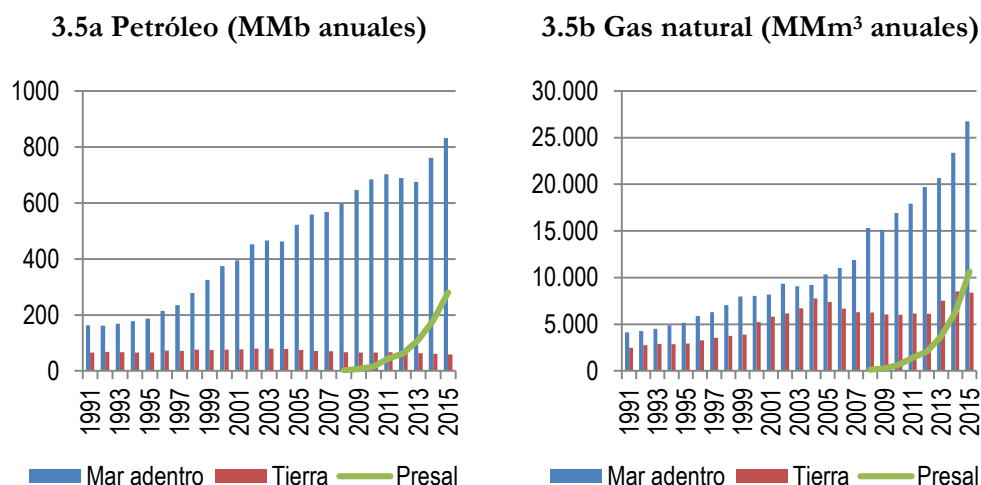
Fuente: elaboración propia a partir de ANP (2016). Nota: 1) Incluye petróleo condensado

---

Disponible en: <<http://www.spe.org/industry/petroleum-reserves-definitions.php>>. Nota: la traducción es nuestra.

<sup>122</sup> Fuente: Petrobras, 2016. *Nossa produção de petróleo no pré-sal ultrapassa 1 milhão de barris por dia*. 3/6/2016. Disponible en: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/nossa-producao-de-petroleo-no-pre-sal-ultrapassa-1-milhao-de-barris-por-dia.htm>>. Cabe destacar que, en el pasado, Petrobras demoró 45 años para alcanzar el primer millón de barriles diarios producidos en Brasil, mientras que para lograr esa misma meta en el Presal necesitó apenas ocho años.

<sup>123</sup> Fuente: ANP, 2016. *Boletim da produção de petróleo e gás natural* n.º 76, diciembre de 2016.

**Gráfico 3.5**
**Producción de petróleo y gas natural de Brasil (1991-2015)**


Fuente: elaboración propia a partir de ANP (*Anuário Estatístico*, varios años). Nota: hemos indicado separadamente la producción en el Presal para mostrar su evolución reciente (línea verde), no obstante, cabe notar que está ya incluida en la producción mar adentro (barras azules)

En síntesis, el sector petrolero tiene un peso expresivo en la economía de Brasil y el país ocupa una destacada posición regional y mundial como productor de crudo. Petrobras ha mantenido una posición dominante en el sector petrolero brasileño, aunque otras compañías han ido ganando cuotas en la producción nacional. Las reservas petroleras brasileñas están altamente concentradas en campos mar adentro; el descubrimiento del Presal ha impulsado fuertemente la producción nacional de petróleo y gas. Como explicaremos en los capítulos siguientes, estas características de las “condiciones de campo” afectan al desarrollo tecnológico en tanto que inciden en las estrategias tecnológicas de los actores y en el marco institucional.

### 3.2 LAS VÍAS DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

#### 3.2.1 DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA REDUCIR LOS GASTOS

En 2000-2013 el gasto mundial en E&P ha crecido un 287 %, mientras que la producción petrolera global se ha incrementado un mero 24 % (Westwood, 2015). En ese contexto, el desarrollo tecnológico puede contribuir a reducir los gastos a través de los mecanismos siguientes.

En primer lugar, desarrollando las tecnologías de recuperación mejorada de crudo (*enhanced oil recovery*, EOR) es posible aumentar el volumen de petróleo técnicamente recuperable y la



productividad de un reservorio<sup>124</sup>. Actualmente, el factor de recuperación medio en el mundo está en torno a un 35 % del crudo original en sitio (*original oil in place*<sup>125</sup>) estimado en un reservorio (Maugeri, 2012). Aumentar la recuperación es especialmente relevante para revitalizar los campos maduros (*brownfields*) cuya producción tiende a declinar naturalmente en el tiempo; estos campos constituyen cerca de un 70 % de la producción mundial actual (Whitfield, 2015).

En segundo lugar, el desarrollo tecnológico puede posibilitar una reducción del tiempo necesario a terminar un proyecto. Por ejemplo, el diseño de equipamientos más compactos permite disminuir su tamaño y peso; eso ayuda a abatir los gastos de instalación y de ocupación de la superficie de las plataformas.

En tercer lugar, el desarrollo de tecnologías de proyecto puede reducir el gasto de fabricación de los equipamientos. Por ejemplo, desarrollar nuevos equipos utilizables en campos petroleros con diferentes características puede proporcionar un ahorro de gastos gracias a la fabricación en serie (Halvorsen, 2015). Eso es muy relevante en el caso del Presal, cuya demanda de equipamientos requiere una escala de producción muy elevada.

Ahora bien, de un punto de vista general, es conveniente destacar que el gasto total de E&P mar adentro deriva de tres áreas de actividad: i) el pozo (construcción y terminación); ii) la superficie de las plataformas (*topside*); y iii) el ambiente submarino. Así pues, la reducción del gasto total de E&P mar adentro puede ocurrir en varias formas.

Una primera forma consiste en aumentar la eficiencia en la fase caracterización de reservorio o reducir el tiempo de perforación. Reducir los días necesarios a perforar y terminar un pozo es crucial ya que el gasto diario de utilización de una sonda de perforación en aguas

---

<sup>124</sup> La EOR es un “método para la recuperación adicional de petróleo más allá de la expansión del fluido, la compresibilidad de las rocas, el drenaje gravitacional, la disminución de la presión y el drenaje natural por agua o gas”. Fuente: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>. Entre otras, la EOR incluye a: métodos de recuperación de petróleo mejorada; perforación de pozos de relleno; fractura hidráulica (*hydraulic fracturing*); perforación de pozos horizontal (*horizontal drilling*); y geonavegación durante la perforación (*geosteering while drilling*).

<sup>125</sup> El “factor de recuperación” es la ratio entre las reservas de crudo producibles y el crudo original en sitio. El “crudo original en sitio” es el monto de crudo estimado en un reservorio (producible y no producible). A causa de las características del reservorio y de las limitaciones tecnológicas es posible producir solo una parte del crudo presente en un reservorio, denominada reserva. Cabe notar que el factor de recuperación puede ser diferentes entre países e incluso entre campos petroleros de una misma cuenca sedimentaria. Petrobras ha estimado que en algunos campos petroleros en la cuenca de Campos (Presal) el factor de recuperación puede superar un 40 %; al respecto, véase la información disponible en: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/producao-no-pre-sal-bate-novo-recorde-e-ultrapassa-400-mil-barris-de-petroleo-por-dia.htm>>.

profundas está en torno a USD 1 millón<sup>126</sup>. Una vía para reducir el gasto del pozo es desarrollar sistemas de terminación inteligente (*intelligent completion*)<sup>127</sup> y nuevas soluciones tecnológicas aplicadas al *Blow Out Preventer* (BOP)<sup>128</sup>.

Una segunda vía para reducir el gasto de E&P es disminuir el gasto de los equipamientos instalados en la superficie de la plataforma. A ese respecto, Statoil está trabajando en el desarrollo de un nuevo modelo de producción mar adentro (la *subsea factory*) que maximiza el uso automatizado de equipamientos submarinos. Para lograr ese objetivo, es decisivo desarrollar nuevas tecnologías que permitan convertir los equipamientos de modo que puedan instalarse en el fondo del océano. Otra posibilidad consiste en desarrollar tecnologías que mejoren la potenciación, la separación y la compresión de los fluidos.

Una tercera forma de reducir el gasto total de E&P es abatir el gasto de los equipamientos y servicios submarinos. El desarrollo tecnológico es decisivo para mejorar la eficiencia de las actividades de inspección e intervención submarina; eso puede concretarse a través de inversiones en automatización y robótica para desarrollar equipamientos utilizables remotamente.

Una cuarta manera a través de que el desarrollo tecnológico puede reducir los gastos es la extensión de la vida útil de los equipamientos. Por ejemplo, pueden desarrollarse sensores electrónicos y sistemas computacionales capaces de capturar, almacenar y procesar grandes cantidades de datos (*big data*). Eso posibilitaría el monitoreo en tiempo real de la producción y la intervención rápida en caso de fallos.

Otra forma de reducir los gastos es el desarrollo de tecnologías que minimicen las intervenciones de manutención de los equipamientos. Un ejemplo es el desarrollo de vehículos submarinos operados remotamente (*remotely operated underwater vehicle*).

Por último, el desarrollo tecnológico puede posibilitar la reducción de los gastos de captura y almacenamiento de carbono (*carbon capture and storage*), así como los gastos de tratamiento del agua extraída de los reservorios, que debe ser tratada antes de ser devuelta al mar para limitar la

---

<sup>126</sup> Ese valor incluye el gasto de alquiler de la sonda, el personal y los gastos accesorios (e.g. logística). El gasto puede variar en función de las características específicas de la sonda de perforación.

<sup>127</sup> A través de la terminación inteligente (*intelligent completion*) es posible producir al mismo tiempo a partir de dos o más zonas de un reservorio con el uso de válvulas que son abiertas o cerradas remotamente desde la sala de control de la plataforma.

<sup>128</sup> El BOP es una válvula posicionada en el cabezal del pozo que puede ser cerrada remotamente en el caso en que el equipo de perforación pierda el control de los fluidos que salen del reservorio (para prevenir el derrame). Véase: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

contaminación. Estas dos actividades son esenciales para cumplir con las normas medioambientales.

### **3.2.2 DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA POSIBILITAR LA EXPLOTACIÓN DEL PRESAL**

A partir de los años 2000, Petrobras ha intensificado las actividades de exploración mar adentro en la cuenca de Santos. A finales de 2004 se empezaron las perforaciones en el bloque exploratorio BM-S-10. En julio de 2005, las informaciones sísmicas revelaron la presencia de espesas capas de sal y rocas que contenían indicios de amplios reservorios de crudo: los depósitos del Presal. En julio de 2006 Petrobras marcó un hito en la historia del sector petrolero mundial gracias al descubrimiento del campo Tupi (actual campo Lula), localizado a 7600 metros de profundidad. En septiembre de 2008, la compañía logró extraer el primer crudo del mismo campo y eso confirmó la existencia de reservas en cantidad comercial en el Presal.

El descubrimiento del Presal constituyó un evento extraordinario en el mundo y supuso una ruptura con el modelo de E&P mar adentro conocido anteriormente. Más en concreto, el Presal abrió nuevos retos tecnológicos en diversas actividades: ingeniería de reservorios, interpretación de datos sísmicos, perforación de pozos e ingeniería submarina (IPEA, 2010).

El desarrollo tecnológico es crucial para posibilitar la explotación del Presal debido a cinco factores. En primer lugar, las condiciones físicas y químicas de los campos petroleros en esa área son extremas: los equipamientos deben funcionar correctamente bajo presiones brutales: a una profundidad submarina de hasta 3000 metros y por debajo de hasta 4000 metros de sal y otros sedimentos. Además, las plataformas deben operar a una distancia notable de la costa, en pleno océano Atlántico, lo que implica otros retos operativos y logísticos.

Segundo, el crudo extraído del Presal contiene concentraciones de dióxido de sulfuro, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico muy elevadas que, al entrar en contacto con el agua salada del océano, se convierten en ácidos fuertemente corrosivos para los tubos ascendentes (*risers*), los ductos y otros equipamientos submarinos. Es por tanto esencial desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras, en particular nuevos materiales.

Tercero, debido a la profundidad muy elevada de los pozos, la temperatura del agua marina es muy baja. Al pasar por la tubería submarina, los fluidos extraídos del reservorio pueden

congelarse y crear hidratos (cristales que contienen burbujas de gas); además, la baja temperatura causa la deposición de grasas, parafinas y residuos. Eso puede crear incrustaciones que interrumpen el flujo del crudo dentro de los tubos que conectan el pozo con la plataforma<sup>129</sup>. Este problema, conocido como aseguramiento del flujo (*flow assurance*<sup>130</sup>), no es exclusivo del Presal pero sí asume una relevancia crucial en este caso debido a que el gasto de intervención para solucionar problemas en aguas ultraprofundas es mucho mayor que en otras áreas. Por eso es necesario desarrollar materiales de revestimiento térmicos capaces de aislar la infraestructura submarina y evitar la corrosión (De Morais, 2013).

Cuarto, el Presal está constituido por rocas de carbonato (sal del ácido carbónico). Este tipo de sedimento implica dos dificultades: una baja penetración de las brocas durante la perforación y la necesidad de construir un elevado número de columnas de revestimiento de los pozos. Para superar estos obstáculos es indispensable utilizar tecnologías complejas y métodos no convencionales como el manejo de la presión durante la perforación (*managed pressure drilling*, MPD) y la perforación horizontal (*horizontal drilling*)<sup>131</sup>. La aplicación de estas técnicas en aguas ultraprofundas está todavía en fase incipiente en el mundo.

Quinto, en todas las etapas de E&P en el Presal es necesario adquirir, procesar y elaborar una cantidad gigantesca de datos, algunos de los cuales deben ser analizados en tiempo real. Eso implica un desafío de gestión y elaboración de grandes datos (*big data*), no solo en términos de tecnología digital sino también de recursos humanos cualificados (Henni, 2015b). Actualmente, en el sector petrolero mundial (y en particular en el Presal) se está planteando el reto de crear campos petroleros digitales (*digital oilfields*), esto es, supervisados en tiempo real a través de las tecnologías digitales. Este desafío está estimulando las inversiones en tecnologías de la información y la comunicación, especialmente en *big data* y tecnologías cognitivas como la inteligencia artificial (Quesada, 2016).

En definitiva, existen una serie de factores que indican que la explotación del Presal constituye una vía para promover el desarrollo tecnológico y los enlaces entre las actividades de E&P y otras actividades productivas de alta complejidad.

---

<sup>129</sup> La composición geoquímica de los fluidos depende del tipo de rocas y su edad; la medición de dicha composición se realiza a través de algunos indicadores como la densidad en grados API (*American Petroleum Institute*), la densidad de gas y la ratio gas-óleo (*gas-oil ratio*).

<sup>130</sup> El aseguramiento del flujo consiste incluye: “diseño, estrategias y principios para asegurar que exista un flujo ininterrumpido de producción de petróleo y gas entre el yacimiento y el punto de venta”. Véase: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

<sup>131</sup> Véase: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

### **3.3 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO**

En este capítulo hemos analizado las condiciones de explotación del petróleo y el gas en Brasil y hemos destacado las vías del desarrollo tecnológico vinculadas a la reducción de gastos y la explotación del Presal. A continuación, vamos a resaltar los elementos cruciales para nuestra investigación.

En primer lugar, el sector petrolero contribuye de manera relevante a la economía brasileña en términos de valor añadido y de inversión. Se estima que en 2015-2018 el sector será el mayor receptor de inversiones en la economía brasileña; dichas inversiones constituirán más de la mitad de la inversión total en la industria brasileña en ese período

En segundo lugar, la producción de petróleo y gas en Brasil se ha incrementado paulatinamente en los últimos años permitiendo que el país se consolidase entre los mayores productores mundiales. Las estimaciones oficiales indican que la producción petrolífera de Brasil aumentará en los próximos años gracias a una fuerte contribución del Presal.

En tercer lugar, tras la ruptura del monopolio público la participación relativa de Petrobras en la producción nacional de petróleo y gas se ha ido reduciendo; no obstante, la compañía sigue manteniendo una posición hegemónica en el sector. Además, las inversiones de Petrobras han contribuido significativamente a la formación bruta de capital fijo (FBCF) nacional.

En cuarto lugar, las reservas probadas y la producción de petróleo y gas de Brasil derivan predominantemente de campos mar adentro. El descubrimiento del Presal ha constituido un cambio radical en las condiciones de explotación de los recursos petrolíferos en tanto que las enormes reservas de esa área se encuentran en aguas profundas y ultraprofundas.

En quinto lugar, el desarrollo tecnológico es decisivo para disminuir los gastos de producción. Eso puede ocurrir a través de varios mecanismos: i) mejora de las técnicas de recuperación del crudo; ii) mejora de los equipamientos para reducir el tiempo necesario a desarrollar un proyecto; y iii) desarrollo de nuevos equipamientos con menor gasto de fabricación e instalación. Además, el desarrollo tecnológico puede contribuir a reducir los gastos y tiempos de perforación y terminación de los pozos, así como los gastos relativos a los equipamientos submarinos.

### 3. Características estructurales del sector petrolero

Por último, el desarrollo tecnológico es crucial para posibilitar la explotación del Presal. El aprovechamiento de esa área ha creado nuevos retos tecnológicos en diversas actividades, como por ejemplo la ingeniería de reservorios, la interpretación de datos sísmicos y la perforación de pozos. Las características del Presal exigen el desarrollo de tecnologías altamente complejas debido a la elevada profundidad de los reservorios, la fuerte corrosión, el aseguramiento del flujo y la gestión y elaboración de grandes datos.

En síntesis, hemos comprobado que las características estructurales del sector petrolero condicionan el desarrollo tecnológico y eso es sumamente relevante en el caso brasileño. Es razonable suponer que esas características afecten a las estrategias tecnológicas de los actores públicos y privados implicados en el sector. Por ende, cabe investigar qué estrategias tecnológicas adoptan las empresas del sector petrolero. Abordaremos este asunto en el capítulo siguiente.



## ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE LAS COMPAÑÍAS PETROLERAS Y LAS EMPRESAS DE SERVICIOS

**E**n este capítulo analizamos un factor determinante del desarrollo tecnológico: los actores privados. En concreto, vamos a abordar las estrategias tecnológicas de las firmas en el sector petrolero discutiendo las tendencias generales (4.1) y las estrategias por tipo de actividad realizada (4.2). Este análisis permitirá elaborar un esquema comparativo entre las estrategias tecnológicas de las compañías petroleras y de las empresas de servicios por cada actividad. Concluiremos el capítulo con una síntesis de los temas tratados (4.3).

### 4.1 TENDENCIAS GENERALES DE LAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE LAS FIRMAS

A partir de la década de los ochenta del siglo XX, en el sector petrolero mundial ha ocurrido una considerable transferencia de poder de mercado desde las compañías petroleras a las empresas de servicios (Perrons, 2014)<sup>132</sup>. Más adelante constataremos el alcance de este proceso en el caso brasileño pues resulta crucial poder identificar los actores clave en el desarrollo tecnológico y las singularidades de nuestro estudio de caso. Por ahora, comenzamos por exponer los factores que han favorecido este proceso y que afectan de lleno también al sector petrolero brasileño.

En primer lugar, desde que en 1859 Edwin Laurentine Drake perforó el primer pozo al mundo con relevancia comercial en Titusville, Pensilvania, por varias décadas el sector petrolero mundial fue dominado por pocas grandes compañías petroleras internacionales (Sampson, 1975; Yergin, 1991)<sup>133</sup>. Posteriormente, a partir de las primeras décadas del siglo XX

---

<sup>132</sup> Conviene resaltar que entre las 2000 mayores empresas globales incluidas en la lista publicada por la revista *Forbes*, en 2016, hay 79 compañías del sector de operaciones de petróleo y gas y 18 empresas del sector de equipamientos y servicios petroleros. Similarmente, en la lista de las 500 mayores firmas globales publicada por la revista *Fortune*, en 2016, hay cinco compañías petroleras entre las primeras diez y tres empresas de servicios petroleros en la lista completa. Véase: Forbes, 2016. *The world's biggest public companies*. Disponible en: <<http://www.forbes.com/global2000/>>. Véase también: Fortune, 2016. *Fortune Global 500*. Disponible en: <<http://fortune.com/global500/>>.

<sup>133</sup> El sector petrolero mundial estaba dominado por las “siete hermanas” (BP, Exxon, Chevron, Gulf, Mobil, Shell y Texaco). El término fue acuñado por el entonces presidente de la compañía petrolera italiana ENI,



se consolidó un proceso de nacionalismo petrolero: los gobiernos de varios países (Argentina, Kuwait, México, etc.) constituyeron compañías petroleras nacionales. En la postguerra, y con mayor vigor tras la primera crisis petrolera de 1973, este proceso se profundizó a nivel internacional (Yergin, 1991; Maugeri, 2006). Las recién creadas compañías petroleras nacionales se encontraron con la urgencia de consolidar sus escasas capacidades tecnológicas; para afrontar el reto, las compañías se abrieron a alianzas estratégicas y colaboraciones con empresas especializadas en el suministro de equipamientos y servicios petroleros, a las cuales nos referimos aquí con el término “empresas de servicios” (Crump, 1997; Marcel, 2006).

Segundo, tras la segunda crisis petrolera (1978-1979) y la caída de los precios del petróleo en los años 1980, las compañías petroleras internacionales necesitaron reducir los gastos de capital y los gastos operativos. Para superar este desafío, las compañías optaron por externalizar algunas actividades desligadas del negocio principal, entre otras estrategias. En ese contexto, una parte consistente de las actividades de I+D pasaron a ser subcontratadas a empresas de servicios. Como resultado de ello, a partir de la segunda mitad de los años ochenta las compañías petroleras internacionales perdieron gradualmente el liderazgo tecnológico en favor de dichas empresas<sup>134</sup>. Además, las empresas de servicios concluyeron un intenso proceso de fusiones y adquisiciones que derivó en una mayor diversificación de sus actividades y de su portafolio tecnológico.

Tercero, en las últimas décadas la creciente explotación de crudo no convencional<sup>135</sup> (e.g. óleo de esquisto) y de campos petroleros en aguas profundas ha estimulado las inversiones de las compañías petroleras en tecnologías de alta complejidad. Todo ello ha propiciado, junto con los dos factores mencionados antes, una expansión considerable de la demanda de equipamientos y servicios petroleros a nivel mundial, que ha crecido paulatinamente desde cerca de USD 150 000 millones, en 2005, hasta más de USD 450 000 millones en 2014<sup>136</sup>. Las empresas de servicios se han convertido en socios estratégicos de las compañías petroleras.

---

Enrico Mattei. Hoy se habla más bien de *majors*, término que indica a las compañías que han heredado los activos de las “siete hermanas” más la empresa Total.

<sup>134</sup> Como ha evidenciado Rassenfoss (2016: 41), en comparación con los primeros años ochenta, hoy: “... *the structure of technology development has changed. Back then, big oil companies were the biggest spenders on R&D. Now the service sector is the leader*”.

<sup>135</sup> La *Energy Information Administration* (EIA) de Estados Unidos define el crudo y el gas natural “convencionales” como los producidos “... *by a well drilled into a geologic formation in which the reservoir and fluid characteristics permit the oil and natural gas to readily flow to the wellbore*”. El crudo y el gas natural “no convencionales” son definidos por defecto: son los que no cumplen los criterios para ser considerados convencionales. Fuente: EIA, *Glossary*. Disponible en: <<http://www.eia.gov/tools/glossary/index.cfm?id=c>>.

<sup>136</sup> Fuente: Founders Investment Banking, 2015. *2015 oilfield equipment & services market update*. Fuente original: Spears&Associates, 2015. October 2015 oilfield market report

Cuarto, en los últimos años ha ocurrido un cambio en la relación entre compañías petroleras y empresas de servicios, que ha sido propiciado por una prioridad común: la reducción de gastos (Halvorsen, 2015)<sup>137</sup>. Entre los expertos del sector se ha consolidado un amplio consenso en la necesidad de adoptar un acercamiento de *innovación abierta*, es decir una estrategia tecnológica fundamentada en la colaboración entre los diferentes actores implicados en el proceso de innovación: compañías petroleras, empresas de servicios, universidades y centros de investigación (Chesbrough, 2003; Kulkarni, 2011; Ramírez et al., 2011)<sup>138</sup>.

La tendencia reciente hacia una mayor colaboración entre compañías petroleras y empresas de servicios deriva de una serie de factores. Ante todo, el sector petrolero está afrontando el reto de satisfacer una creciente demanda mundial de energía; algunos expertos del sector señalan que la adopción de nuevas tecnologías puede ser una respuesta a ese desafío, en particular en las actividades de E&P mar adentro (Yergin, 2014).

A partir de los años 2000 el gasto de capital (*capital expenditure*, CAPEX<sup>139</sup>) en el subsector aguas arriba ha aumentado considerablemente (gráfico abajo). El vigoroso aumento del CAPEX está vinculado con el incremento de la complejidad de los proyectos, tanto del punto de vista de la tecnología como de la organización. La mayor complejidad tecnológica ha derivado de inversiones en campos petroleros técnicamente más complejos; en los años 2000, en un contexto de precios del crudo elevados, las empresas han optado por soluciones tecnológicas más sofisticadas para explotar campos petroleros no convencionales y en aguas profundas. Eso ha generado una mayor complejidad organizativa para especificar los proyectos en base a las exigencias de cada operadora (Merrow y Wallace, 2016).

---

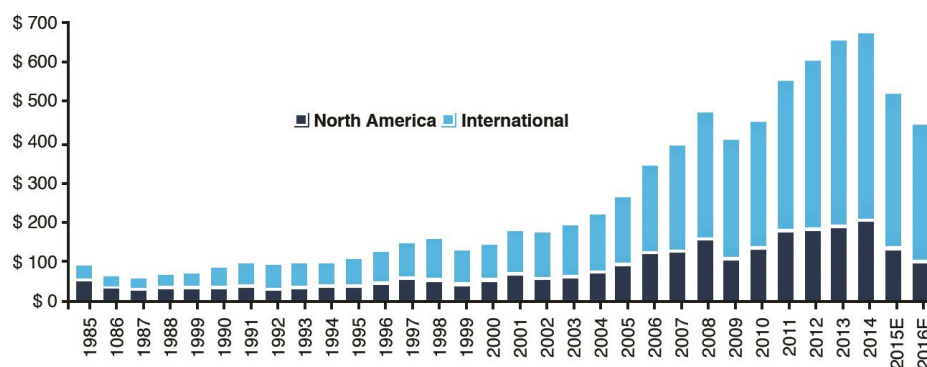
<sup>137</sup> Por ejemplo, incorporar a una empresa de servicios en un proyecto desde la primera etapa de desarrollo de un campo petrolero puede incentivar la simplificación del diseño del campo y la reducción de gasto de entre un 25 % y un 30 % (Halvorsen, 2015).

<sup>138</sup> Al respecto, Al-Mazrouei, ministro de energía de los Emiratos Árabes, ha declarado que: “*Through this partnership model, instead of you looking for technology and developing it yourself, you work with the best-in-class companies in partnership and a collaborative manner and their best interest in producing technology with you*” (Henni, 2015a: 79). Como ha observado Mario Ruscev, oficial de tecnología jefe de la empresa de servicios Baker Hughes: “*NOCs are gearing up their own research, and we can collaborate with them. We can go away from ‘fund me’ to ‘collaborate together’ [...] this time will be different, because if we do not innovate, we will vanish*” (Henni, 2015c: 55).

<sup>139</sup> En la fase de exploración el CAPEX incluye los costos de análisis sísmico y geofísico, interpretación geológica, perforación de exploración y pruebas. En las fases de desarrollo y producción el CAPEX consiste en los costos de perforación de los pozos para la producción, la construcción de instalaciones de superficie (plataforma, tanques de almacenamiento, unidades de bombeo y medición), los tributos y las participaciones gubernamentales debidas.

Gráfico 4.1

Gasto de capital mundial en actividades de E&P (USD mil millones)



Fuente: Oil & Gas 360, 2016. *E&P CapEx: first double dip since '86*. 14/1/2016. Disponible en: <http://www.oilandgas360.com/ep-capex-first-double-dip-since-86/>. Nota: la fuente original de los datos es Barclays Research, 2016. *Barclay's E&P Spending Outlook*. Los datos relativos a 2015 y 2016 son estimaciones

Es importante resaltar que, mientras que el CAPEX mundial en E&P creció a una tasa de crecimiento anual compuesta de un 10,9 % entre 1999-2013 (Kopits, 2014), la oferta de petróleo mundial se incrementó, en el mismo período, de apenas un 1,3 % (BP, 2016a). Este resultado es debido a que las compañías petroleras han afrontado crecientes desafíos tecnológicos para encontrar y producir el crudo. De hecho, gran parte del aumento de la oferta petrolera mundial en la última década ha venido de la producción no convencional y mar adentro (Lord, 2007; Paul, 2007; Haney, 2014)<sup>140</sup>. Además, se estima que la producción no convencional y mar adentro contribuirán a incrementar la oferta mundial en los próximos años (BP, 2016b; IEA, 2016a). Sin embargo, cabe resaltar que el coste de producción relativo a estas fuentes es mucho más elevado que el coste de las fuentes convencionales<sup>141</sup>.

A partir de los años 2000 los precios internacionales de referencia del crudo han variado significativamente<sup>142</sup>. Por otra parte, ha ocurrido un incremento paulatino del gasto de capital y del gasto operativo (*operating expense*, OPEX<sup>143</sup>) (gráfico abajo). En general, el andamiaje de los gastos sigue el de los precios del crudo con un lapso; sin embargo, algunos gastos son rígidos en el corto plazo puesto que están vinculados con proyectos de largo plazo cuyas condiciones

<sup>140</sup> En 2013 un 36 % de la oferta mundial de petróleo procedía de campos mar adentro (Ferentinos, 2013).

<sup>141</sup> Ver: Rystad Energy, 2016. *Global liquids cost curve. An update*. Abril de 2016. Disponible en: <https://www.rystadenergy.com/NewsEvents/PressReleases/global-liquids-cost-curve-an-update>.

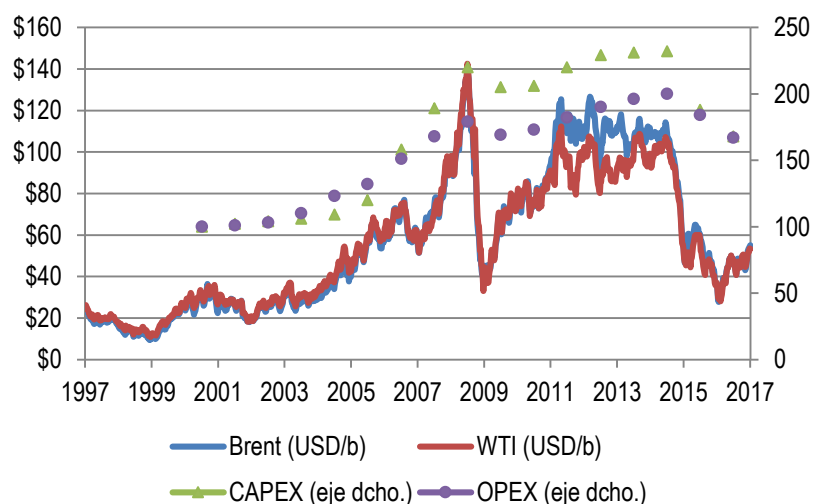
<sup>142</sup> En los años 2000 ocurrió también una elevada volatilidad de los precios de referencia. Véase el siguiente índice: *CBOE Crude Oil ETF Volatility Index (OVX)* disponible en: <http://www.cboe.com/micro/oilvix/introduction.aspx>.

<sup>143</sup> El OPEX incluye los costos administrativos y financieros (e.g. gastos de alquiler de plataforma), de seguridad de operación y de flete.

no pueden ser modificadas rápidamente. Por ello, reducir la ratio entre el coste de producción por boe y el precio de venta por boe constituye una prioridad para las compañías petroleras.

**Gráfico 4.2**

**Precios de referencia del crudo (USD por barril) versus índices de gasto (1997-2017)<sup>1</sup>**



Fuente: elaboración propia a partir de: i) *United States Energy Information Administration* (EIA) para los datos sobre los precios *Brent Crude* y *West Texas Intermediate* (WTI), que están basados en las series temporales de Thomson Reuters (datos semanales, precios *spot*, *Free On Board*); ii) El CAPEX es medido por el índice de costo de capital aguas arriba (*Upstream Capital Costs Index*, UCCI). El OPEX es medido por el índice de costo de operación aguas arriba (*Upstream Operating Costs Index*, UOCI). Ambos índices están calculados con base 100 en el año 2000 y son publicados por IHS CERA: <<http://www.ihs.com/info/cera/ihsindexes/index.aspx>>. No hay datos disponibles para el período anterior al año 2000. Nota: 1) Los datos incluyen el período del 3/1/1997 al 6/1/2017

En definitiva, debido a los factores ilustrados anteriormente las compañías petroleras han apostado por un acercamiento de innovación abierta, es decir, por colaboraciones tecnológicas con empresas de servicios, universidades y centros de investigación (Perrons, 2014; Henni, 2015a; Rassenfoss y Henni, 2015; Paganie, 2016). Por otra parte, las empresas de servicios se han abierto a alianzas recíprocas, incluso entre competidores, a través de empresas conjuntas (e.g. OneSubsea, Forsys Subsea y SubseaProduction Alliance)<sup>144</sup> y de proyectos industriales conjuntos<sup>145</sup>.

<sup>144</sup> OneSubsea es una empresa conjunta creada en 2013 entre Schlumberger y Cameron, cuyo objetivo es integrar algunas actividades para reducir los gastos. Forsys Subsea es una empresa conjunta entre FMC Technologies y Technip que ha entrado en funcionamiento en 2015 con el objetivo de reducir las interfaces de equipamientos submarinos para disminuir la complejidad y los gastos de las instalaciones submarinas. SubseaProduction Alliance es una alianza empresarial entre Aker Solutions y Baker Hughes lanzada en 2014.

<sup>145</sup> Los proyectos industriales conjuntos (*joint industry projects*, JIP) son proyectos emprendidos por varias compañías en colaboración entre ellas que pretenden aumentar la eficiencia de coste.

Como señala Triepke (2015: 1): “... *subsea manufacturers will work more closely with their customers (the operators) to solve complex problems across full field development life-cycles*”. Más recientemente las empresas de servicios han promovido también un intenso proceso de reestructuración patrimonial vía fusiones y adquisiciones que ha implicado a las mayores firmas del sector<sup>146</sup>.

Cabe resaltar que las estrategias tecnológicas de las empresas de servicios se fundamentan en una elevada inversión en I+D que, en promedio, ha sido superior a la de las compañías petroleras (Thuriaux-Alemán et al., 2010). Esa estrategia ha posibilitado un fortalecimiento del poder de mercado de las empresas de servicios en las actividades de E&P de alta complejidad tecnológica<sup>147</sup>. Al respecto, un estudio reciente ha mostrado que las empresas de servicios son los actores que implementan el mayor número absoluto de tecnologías, siendo su desempeño casi tres veces superior al de las compañías petroleras internacionales y más de diez veces superior al de las compañías nacionales (Perrons, 2014)<sup>148</sup>.

Para comprobar el perfil tecnológico de las empresas de servicios y de las compañías petroleras es conveniente estudiar la intensidad de I+D (ratio entre el gasto en I+D y las ventas totales)<sup>149</sup>. Nuestro análisis muestra dos resultados interesantes. El primero consiste en que Petrobras tiene una intensidad de I+D muy elevada respecto a otras compañías petroleras (gráfico abajo).

---

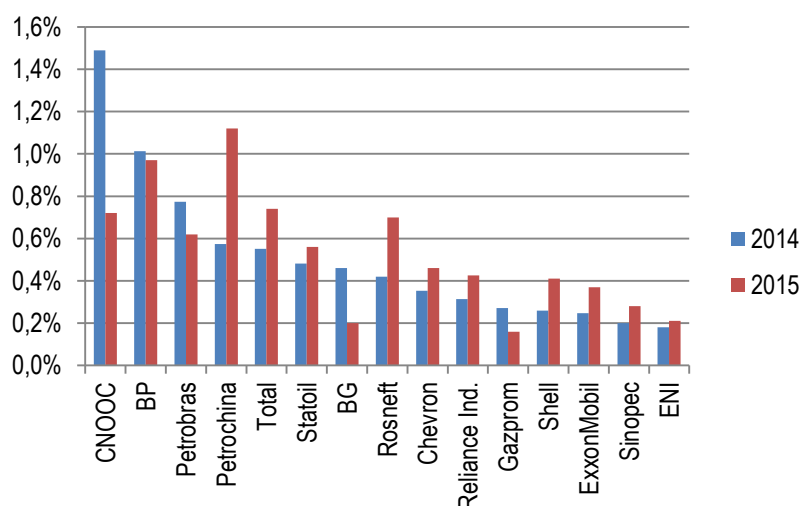
<sup>146</sup> Entre otras, cabe destacar las siguientes: i) Shell sobre BG (concluida en 2015 con un valor de USD 50 000 millones); ii) Halliburton sobre Baker Hughes (lanzada en 2014 con un valor de USD 28 000 millones, pero cancelada en 2016); iii) Schlumberger sobre Cameron International (anunciada en 2015); y iv) Technip sobre FMC Technologies (lanzada en 2016 y completada en 2017 con un valor de USD 13 000 millones). Véase: Schlumberger, 2015. *Schlumberger announces agreement to acquire Cameron*. Disponible en: <[http://www.slb.com/news/press\\_releases/2015/2015\\_0826\\_slb\\_cameron.aspx](http://www.slb.com/news/press_releases/2015/2015_0826_slb_cameron.aspx)>. Véase también: Halliburton, 2014. *Halliburton and Baker Hughes. Creating the leading oilfield services company*. Disponible en: <[http://www.halliburton.com/public/pubsdata/related\\_docs/hal-bhi-joint-investor-presentation.pdf](http://www.halliburton.com/public/pubsdata/related_docs/hal-bhi-joint-investor-presentation.pdf)>.

<sup>147</sup> Una encuesta reciente dirigida a 469 entidades relevantes del sector petrolero a nivel mundial ha mostrado que cerca de un 80 % de las patentes reportadas deriva de empresas de servicios (Perrons, 2014).

<sup>148</sup> Las tecnologías implementadas (*deployed technologies*) son nuevas tecnologías introducidas en la empresa y listas para ser usadas en actividades productivas que generan renta.

<sup>149</sup> Este indicador puede ser calculado también como ratio entre el gasto en I+D y los barriles de petróleo y gas natural producidos (expresados en petróleo equivalente). Aquí hemos decidido tomar como denominador las ventas para poder comparar los resultados entre compañías petroleras y empresas de servicios (siendo que la producción de petróleo y gas no aplica a estas últimas).

**Gráfico 4.3**  
**Intensidad de I+D de las compañías petroleras**  
**(gasto en I+D en porcentaje de las ventas)**

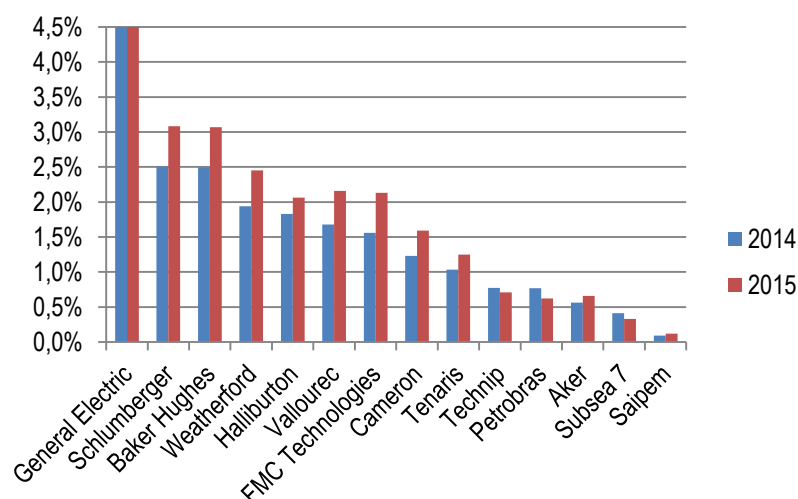


Fuente: elaboración propia a partir de informes anuales corporativos. Nota: el gráfico muestra las quince compañías petroleras con mayor intensidad de I+D entre las que han sido seleccionadas en base a los siguientes criterios. Hemos escogido las empresas por las cuales hay datos disponibles entre las 25 mayores compañías petroleras al mundo incluidas en la lista *Global 500* publicada por la revista *Fortune*. Junto con estas firmas, hemos incorporado las compañías petroleras nacionales de los quince países mayores productores de petróleo al mundo en 2015

El segundo resultado de nuestro estudio indica que, a pesar de la elevada intensidad de I+D de Petrobras, el desempeño de la compañía es inferior a lo de las empresas de servicios (gráfico abajo). De eso se deriva que las empresas de servicios tienen una intensidad de I+D muy elevada en comparación no solo con Petrobras sino también con la mayoría de las otras compañías petroleras. Eso se explica como que, *repetita iuvant*, las empresas de servicios se han especializado en actividades de alta complejidad tecnológica.

Gráfico 4.4

**Intensidad de I+D: comparación entre Petrobras y empresas de servicios**  
(gasto en I+D en porcentaje de las ventas)



Fuente: elaboración propia a partir de informes anuales corporativos. Notas: las empresas de servicios han sido seleccionadas entre las con mayores ventas al mundo en base a los datos de Rystad Energy (2016). No hay informaciones disponibles sobre el gasto en I+D de National Oilwell Varco

El creciente protagonismo de las empresas de servicios en el sector petrolero mundial no ha sido acompañado por la instalación de los centros de I+D fuera de sus países de origen, siendo localizados principalmente en Estados Unidos, Reino Unido y Francia. Sin embargo, desde 2010 algunas empresas de servicios líderes mundiales han invertido en la creación de nuevos centros de I+D en Brasil. Si bien eso ha ocurrido en un contexto de expansión de las empresas de servicios a escala mundial, este fenómeno es novedoso ya que Brasil es uno de los pocos países en desarrollo en donde las empresas de servicios han instalado sus centros de I+D<sup>150</sup>; además, en el caso brasileño eso ha ocurrido de forma muy rápida y consistente en términos de valor de la inversión y personal ocupado. Debido a la fuerte relevancia de este fenómeno, consideramos indispensable incorporar en esa investigación dichas empresas (ver capítulo 8).

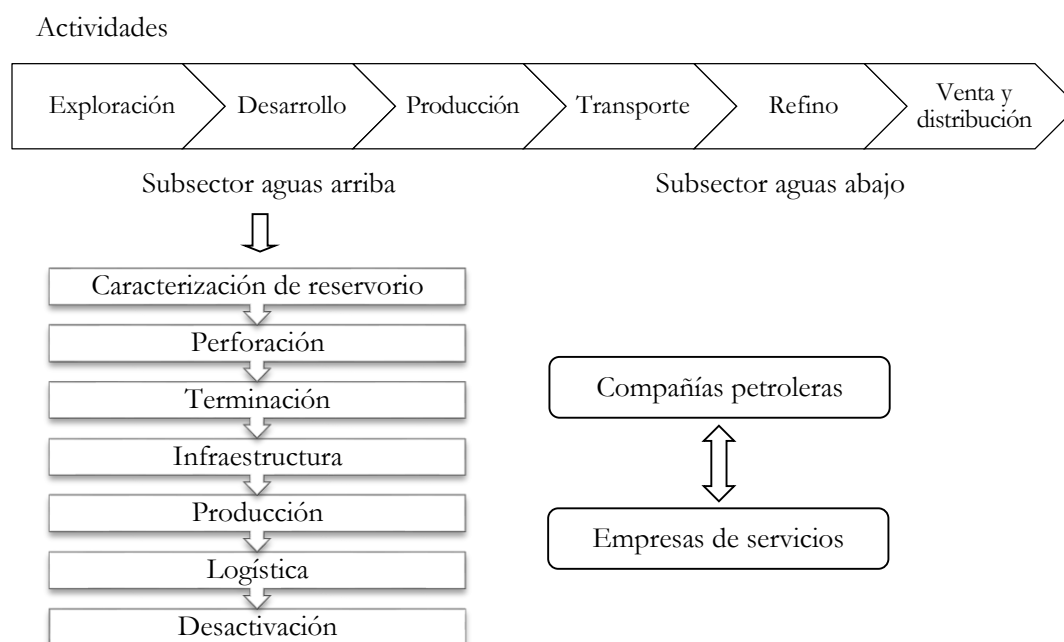
En definitiva, en las últimas décadas las estrategias tecnológicas de las firmas en el sector petrolero han sido condicionadas por diversos factores que han favorecido un nuevo modelo de relación entre compañías petroleras y empresas de servicios. Es por tanto esencial investigar cómo se articulan dichas estrategias en las actividades realizadas en el sector petrolero, en particular en el subsector aguas arriba de nuestro interés.

<sup>150</sup> En el capítulo 8 indicaremos en qué países las empresas de servicios tienen centros de I+D.

## 4.2 ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE LAS FIRMAS POR SUBSECTOR Y ACTIVIDAD

La estructura del sector petrolero puede ser analizada distinguiendo entre dos grandes subsectores: uno aguas arriba (*upstream*) y uno aguas abajo (*downstream*)<sup>151</sup>. El subsector aguas arriba incluye las etapas de exploración, desarrollo y producción (E&P)<sup>152</sup>; a lo largo de las tres fases se realizan diferentes actividades que explicaremos en detalle en los apartados siguientes. Por otra parte, las actividades del subsector aguas abajo incluyen: el transporte y almacenaje; el refino; y la venta y distribución (gráfico abajo).

**Gráfico 4.5**  
**Estructura del sector petrolero**



Fuente: elaboración propia

<sup>151</sup> Cabe precisar que algunas actividades son comunes a ambos subsectores; por tanto, cabría considerar un tercer subsector intermedio (*midstream*). Aquí, por simplicidad, no distinguimos estas actividades intermedias: adoptamos el término "aguas arriba" para referirnos a las actividades de exploración, desarrollo y producción, mientras que usaremos el término "aguas abajo" para indicar las demás actividades.

<sup>152</sup> Aunque aquí analizamos la E&P como una única categoría, está constituida por tres procesos distintos: la exploración, el desarrollo y la producción. Las etapas de exploración y desarrollo pueden requerir entre tres y ocho años, dependiendo de las características del campo petrolero y del proceso administrativo del país; la fase de producción puede abarcar un período de tiempo más amplio, hasta unas décadas, dependiendo de las características del campo petrolero.



Nuestra investigación se centra en las actividades aguas arriba, que están compuestas por tres fases. La primera consiste en la exploración en la cual se realizan estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos y sísmicos. Los datos recogidos en esta etapa son utilizados para analizar las características de formación y acumulación de petróleo y gas en el reservorio<sup>153</sup>. La metodología y los instrumentos de investigación utilizados en la exploración varían según el tipo y la ubicación del reservorio; en la exploración mar adentro se utilizan equipamientos, instrumentos y sensores de alta complejidad tecnológica instalados en navíos especializados para obtener los datos sísmicos y geológicos.

Los datos recogidos son procesados e interpretados para decidir si y como desarrollar el campo petrolero. Si la exploración se concluye con éxito, la fase siguiente consiste en el desarrollo, en que se evalúa el potencial productivo y la viabilidad económica del reservorio. En esta etapa se investigan las características del subsuelo para elaborar los escenarios de producción; además, se proyecta la infraestructura para explotar el reservorio. La etapa de desarrollo culmina con la producción, esto es, la extracción física del crudo y el gas.

El segmento mar adentro ocupa una posición relevante dentro del subsector aguas arriba y se estima que el CAPEX mundial en esa área crezca a una tasa anual compuesta de un 13,3 % entre 2012 y 2019; un 52 % de ese gasto derivará de la E&P en aguas profundas<sup>154</sup>. Con respecto al subsegmento mar adentro en *aguas profundas*, se estima que el CAPEX mundial alcanzará USD 137 000 millones en 2016-2020, en aumento de un 5 % respecto al período 2011-2015 (Douglas-Westwood, 2016a)<sup>155</sup>. Al respecto, cabe añadir que en 2015 Brasil fue el país con mayor CAPEX al mundo en las actividades en aguas profundas y las estimaciones indican que su posición se mantenga tal hasta 2020 (Griffiths, 2015b)<sup>156</sup>.

Puesto que nuestro interés reside en el subsector aguas arriba, a continuación, vamos a detallar las actividades de E&P siguiendo el mismo orden cronológico en que se realizan. La

---

<sup>153</sup> Un reservorio o yacimiento es: “un cuerpo de roca del subsuelo que exhibe un grado suficiente de porosidad y permeabilidad para almacenar y transmitir fluidos”. Fuente: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

<sup>154</sup> Véase: Infield Systems, 2015. *Subsea market report to 2019*. Resumen disponible en: <<http://www.infield.com/market-forecast-reports/subsea-market-report>>.

<sup>155</sup> El CAPEX total estimado para 2016-2020 estará constituido por los siguientes segmentos: i) perforación y terminación de pozos (39 %); ii) unidades de producción flotante (28 %); iii) equipamientos submarinos (27 %); y iv) ductos y tubería (6 %). En 2016-2020, América Latina será la región con mayor CAPEX en aguas profundas: un 38 % del total mundial; Brasil representará un 52 % del gasto mundial en unidades de producción flotante (Adeosun, 2016).

<sup>156</sup> Cabe destacar que el Plan de Negocio y Gestión 2017-2021 de Petrobras ha destinado un 82 % de las inversiones totales de la compañía (en ese período) a las actividades de E&P (cerca de USD 60 760 millones), principalmente para el desarrollo de la producción (un 76 % del total invertido en E&P).

clasificación que adoptamos aplica tanto a la E&P en tierra como mar adentro, aunque profundizaremos en esta última debido a su relevancia para el caso brasileño.

#### 4.2.1 CARACTERIZACIÓN DE RESERVORIO

Las actividades de E&P comienzan por la adquisición, el procesamiento y la interpretación de los datos relativos a un reservorio. En una primera fase se adquieren informaciones sobre el área explorada. Para obtener los datos, las firmas deben poseer equipamientos y *software* de alta complejidad tecnológica instalados en barcos especializados para ese tipo de actividad. Además, es esencial poseer recursos humanos altamente cualificados. La propiedad intelectual del *software* es indispensable para las firmas que realizan esta actividad.

Tras la adquisición de los datos sísmicos se pasa al procesamiento y la digitalización de la imagen del reservorio. Todas estas actividades requieren en conjunto entre seis y doce meses. Posteriormente, las informaciones procesadas deben ser interpretadas por especialistas para determinar las propiedades, la estructura y la composición de los estratos sedimentarios del área explorada.

En general, las compañías petroleras definen los requisitos y los parámetros a seguir en la adquisición y procesamiento de los datos, mientras que las empresas de servicios son contratadas para ejecutarlos. Por otro lado, la interpretación de los datos es efectuada directamente por las compañías petroleras, que a partir de eso desarrollan modelos teóricos de los reservorios que serán utilizados en la fase de producción (De Noblet, 2014).

La caracterización de reservorio demanda equipamientos de alta complejidad tecnológica, como por ejemplo embarcaciones de perforación y navíos sonda (*drillships*). Es muy frecuente que las compañías petroleras alquilen estos barcos de las empresas de servicios, cuyo coste varía entre USD 243 000 y USD 517 000 por día, dependiendo del tamaño y las características.

Todas estas actividades requieren también la aplicación de tecnologías sísmicas, magnéticas y gravimétricas sofisticadas como la sísmica de cuatro dimensiones (4D)<sup>157</sup>. Por eso, es esencial emplear a recursos humanos altamente cualificados capaces de utilizarlas. Debido a eso, pocas grandes empresas de servicios consiguen operar en la frontera tecnológica en la caracterización

---

<sup>157</sup> La sísmica 4D consiste en la adquisición, el procesamiento y la interpretación de repetidas encuestas sísmicas sobre un campo productor para entender como un reservorio cambia en un período de tiempo determinado.

de reservorio: Baker Hughes, Halliburton y Schlumberger (Kibsgaard, 2016)<sup>158</sup>. Estas empresas están presentes en Brasil y poseen centros de I+D en el país.

#### **4.2.2 PERFORACIÓN**

Una vez terminada la caracterización de reservorio se realizan perforaciones de prueba, esto es, se construyen pozos<sup>159</sup> exploratorios para obtener informaciones adicionales para comprobar la existencia y la calidad del crudo. Si la presencia del reservorio es confirmada, se estudian los datos recogidos para evaluar el tamaño del pozo y elaborar un plan de explotación.

La perforación del pozo está constituida por diferentes actividades que requieren varios equipamientos y servicios: barrena de perforación (*drill bit*); lodo de perforación (*drilling mud*); control de sólidos; perforación direccional (*directional drilling*); registro adquirido con herramientas operadas con cable (*wireline log*); y servicios de alquiler<sup>160</sup>.

En general, para ejecutar las actividades de perforación las compañías petroleras contratan a empresas de servicios especializadas (*drillers*), que suelen ser propietarias del equipo de perforación (*drilling rig*)<sup>161</sup>. En todo caso, los técnicos de las empresas de servicios colaboran con los de las compañías petroleras, que supervisan las actividades de perforación y, cuando poseen la experiencia requerida, realizan directamente algunas tareas. La propiedad de los activos es la variable principal que determina la competitividad de la firma: es esencial poseer la tecnología física. Algunos equipamientos son tan sofisticados que solo pocas empresas en el mundo consiguen suministrarlos. Por ello, para las empresas de servicios es vital poseer la propiedad intelectual para poder comercializar sus tecnologías.

En Brasil, el descubrimiento del Presal ha dado un impulso considerable a la demanda de equipamientos y servicios de perforación. No obstante, hasta ahora estas actividades han sido controladas principalmente por subsidiarias de empresas de servicios extranjeras: Baker Hughes; CGG; Diamond Offshore; Halliburton; Schlumberger; Transocean; y Weatherford.

---

<sup>158</sup> En 2007, las cinco mayores empresas de servicios en esa área absorbían casi dos tercios de los ingresos totales de este segmento (Bain & Company y Tozzini Freire Advogados, 2009a, 2009b).

<sup>159</sup> El término pozo (*wellbore*) "... puede referirse al diámetro interno de la pared del pozo, la pared de roca que limita el pozo perforado". Fuente: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

<sup>160</sup> Véase Thomas (2004). Para una definición más detallada de los términos técnicos véase también: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

<sup>161</sup> Ver: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.

#### 4.2.3 TERMINACIÓN

La actividad de perforación es seguida por la terminación (*completion*). En primer lugar, se instalan tubos de acero en el pozo para evitar que este colapse durante la producción (fase de *well lining*). Posteriormente, se conecta la plataforma con los equipamientos submarinos y el cabezal del pozo (*wellhead*); en esta etapa se utilizan bombas de presión especiales y se efectúan servicios de pruebas de producción (fase de *well completion*).

La fase de terminación demanda soluciones de ingeniería específicas según las características del pozo (puede ocurrir que pozos diferentes de un mismo reservorio tengan condiciones distintas). La terminación es especialmente compleja en el caso de pozos ubicados en aguas ultraprofundas y con sedimentos de carbonato, como es el caso del Presal. Para ejecutar estas actividades es necesario emplear recursos humanos altamente cualificados que posean conocimiento técnico y experiencia en el área. Además, es indispensable poseer la tecnología física para fabricar los equipamientos utilizados en esta actividad. Por ello, para las empresas de servicios, es primordial poseer los derechos de propiedad intelectual.

Como en la fase de perforación, para realizar la terminación de pozo las compañías petroleras suelen acudir a empresas de servicios especializadas, con las cuales colaboran. Las firmas que operan en la frontera tecnológica son: Baker Hughes; Halliburton; National Oilwell Varco (NOV); Schlumberger; Tenaris; Vallourec; y Weatherford (Tordo et al., 2013; Kibsgaard, 2016). Nuestros entrevistados nos han confirmado que estas empresas dominan las actividades de terminación en el sector petrolero brasileño.

#### 4.2.4 INFRAESTRUCTURA

Una vez concluida la terminación es necesario instalar la infraestructura para permitir la producción del crudo y el gas. En los campos petroleros mar adentro se requieren plataformas, equipamientos instalados encima de estas últimas (*topside*) y varios componentes submarinos necesarios a conectar la plataforma con el cabezal del pozo.

La tecnología implementada en las plataformas varía en función de las características estructurales, la estabilidad y la profundidad operativa. Existen diferentes modelos de

plataforma: autoelevadora (*jackup*); sumergible; semisumergible; y FPSO (*floating production, storage and off-take vessel*)<sup>162</sup>.

Es conveniente destacar que las actividades de construcción de la infraestructura están vinculadas con el sector naval. El sector naval brasileño ha tenido un auge en la última década: los puestos de trabajo han pasado de 1910 en 2000, a un pico de 82 472 a finales de 2014<sup>163</sup>. En 2014 Petrobras era la compañía que operaba el mayor número de plataformas de producción fluctuantes en el mundo<sup>164</sup>.

Ahora bien, las compañías petroleras pueden comprar o alquilar las plataformas petrolíferas<sup>165</sup>. Es frecuente que las compañías contraten empresas de servicios las cuales entregan las plataformas con los equipamientos ya instalados. Por otra parte, las compañías petroleras prefieren ser propietarias de las plataformas cuando explotan campos petrolíferos por un período superior a quince años<sup>166</sup>.

Las compañías petroleras establecen las características generales de las plataformas demandadas (anchura, capacidad, etc.) y contratan astilleros y armadores<sup>167</sup>. Estos últimos realizan el diseño conceptual que contiene los principales requisitos operativos de las plataformas (tipo, capacidad de carga, etc.). Es frecuente que los astilleros y los armadores contraten grandes empresas de ingeniería que se hacen responsables por todos los servicios de ingeniería, compra, construcción e instalación (*engineering, procurement, construction and installation, EPCI*) relativos a las plataformas<sup>168</sup>.

Las empresas de EPCI suelen ser propietarias de las plataformas alquiladas por las compañías petroleras: poseer la tecnología física es crucial para competir en estas actividades. Es posible que estas firmas sean también operadoras, pero es infrecuente (Ruas y Sabbatini,

---

<sup>162</sup> Estimaciones recientes indican que el uso de plataformas flotantes se expandirá en los próximos años: el gasto mundial previsto entre 2016 y 2020 es USD 58 000 millones (Douglas-Westwood, 2016b). Las plataformas semisumergibles y las FPSO pueden operar en aguas ultraprofundas.

<sup>163</sup> Cabe señalar que a partir de finales de 2014 el sector naval brasileño ha entrado en crisis; eso se ha manifestado en una drástica reducción del empleo para 43 745 unidades en junio de 2016. Fuente: Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore (SINAVAL), 2016. *Empregos nos estaleiros brasileiros*. Disponible en: <<http://sinaval.org.br/noticias-da-semana/>>.

<sup>164</sup> El dato incluye tanto a las plataformas propias como a las fletadas.

<sup>165</sup> El alquiler es una práctica muy difusa para las FPSO.

<sup>166</sup> En 2015 las empresas dueñas de FPSO que operaban en Brasil eran: BW Offshore; CDC; Chevron; Maersk; MODEC; Petrobras; Prosafe; Saipem; SBM Offshore; Shell; y Teekay. Fuente: <[http://fpso.com/fpsos/?page=2&sort=country\\_name&dir=asc](http://fpso.com/fpsos/?page=2&sort=country_name&dir=asc)>.

<sup>167</sup> Cuando es el astillero que contrata el diseño básico y el diseño detallado, estos son elaborados a partir de especificaciones preliminares del armador, que tiene que validar los proyectos junto con el astillero.

<sup>168</sup> La fase de instalación incluye también la puesta en marcha (*commissioning*).

2014)<sup>169</sup>. A nivel mundial, las actividades de EPCI están dominadas por pocas grandes empresas transnacionales<sup>170</sup>. Las que operan en Brasil son: Aker Solutions; Amec Foster Wheeler; MODEC; Saipem; SBM Offshore; Subsea 7; Technip; y Wood Group Kenny.

Las actividades de ingeniería están constituidas por diferentes actividades que conviene explicar: i) el diseño conceptual; ii) el diseño básico; iii) el diseño y la ingeniería inicial (*front end engineering design*, FEED); y iv) el diseño detallado.

El diseño conceptual define la viabilidad técnica y económica de un proyecto. En esta fase se establecen los aspectos relativos a la rentabilidad y la disponibilidad de tecnologías para ejecutar el proyecto; además, se redactan los informes de impacto medioambiental.

El diseño básico determina las especificaciones técnicas de los equipamientos que serán utilizados en un proyecto. Por tanto, en esta fase se definen qué proveedores serán posteriormente contratados para suministrar los insumos y los componentes requeridos.

El FEED sirve a determinar el diseño y los detalles del producto final, así como las previsiones de gasto. En esta etapa se redacta también un documento técnico con las especificaciones del producto, que luego es presentado para participar en las licitaciones.

Por último, el diseño detallado consiste en la especificación del proyecto ejecutivo con los detalles para empezar la fase construcción. En esta etapa se planifican las operaciones de contratación, suministro, fabricación y prestación de servicios (ingeniería de gestión), que anticipan la compra de los equipamientos, la construcción y la instalación.

Un estudio reciente sobre las actividades de ingeniería realizadas en Brasil (Azevedo et al., 2012) ha evidenciado que las empresas de EPCI extranjeras controlan actividades vitales: las firmas de ingeniería domésticas participan apenas en las fases de FEED y de diseño detallado, que están subordinadas a las actividades anteriores controladas por las empresas extranjeras.

Las empresas de EPCI extranjeras suelen ofrecer paquetes contractuales llave en mano (*turn key contracts*) que incluyen tanto el suministro de la ingeniería básica como la provisión de

---

<sup>169</sup> Nótese que siete de las veinte empresas de ingeniería con mayor facturación a nivel mundial en 2012 operaban en la industria de petróleo y gas, siendo dos de ellas empresas de servicios (Ruas y Sabbatini, 2014).

<sup>170</sup> Véase: Arabian Oil & Gas, 2016. *RPME: 2016 Top 30 EPC contractors*. Disponible en: <<http://www.arabianoilandgas.com/article-15656-rpme-2016-top-30-epc-contractors-01-10/>>.

equipamientos y bienes de capital<sup>171</sup>. Por otro lado, las firmas brasileñas raramente son contratadas para ejecutar la ingeniería básica y se ocupan apenas de la siguiente fase de detalle<sup>172</sup>. Dominando la ingeniería básica, las empresas de EPCI extranjeras tienden a demandar equipamientos fabricados en el exterior, que les resultan más familiares en la definición de los proyectos. Por ejemplo, Rolls Royce en Brasil ofrece servicios ingeniería aplicada al sector petrolero pero suministra también embarcaciones de apoyo marítimo con sistemas de propulsión y control fabricados por la propia empresa (en el exterior)<sup>173</sup>.

A nuestro entender, la contratación de empresas de EPCI extranjeras puede obstaculizar la inserción de las empresas brasileñas en la ingeniería básica. Eso ocurre porque las actividades de E&P mar adentro requieren una capacidad de suministro muy elevada, en particular en el Presal: pocos grandes grupos transnacionales de EPCI tienen la capacidad para satisfacer dicha demanda. Por tanto, parece esencial incluir este subsegmento en nuestra investigación.

#### **4.2.5 PRODUCCIÓN**

Las actividades de producción están constituidas por tres segmentos que vamos a ilustrar a continuación: i) equipamientos submarinos; ii) sistemas de levantamiento artificial (*artificial lift*); y iii) productos químicos (Thomas, 2004).

Las actividades de E&P mar adentro requieren los siguientes equipamientos submarinos: árbol de navidad (*Christmas tree*); colector múltiple (*manifold*); umbilical (*umbilical*); tubos ascendentes (*risers*); y línea de flujo (*flowline*) flexible o rígida<sup>174</sup>. El subsegmento “submarino, umbilicales, tubos ascendentes y líneas de flujo” (*subsea, umbilicals, risers and flowlines, SURF*) está atravesando una fase de expansión a nivel mundial<sup>175</sup>.

---

<sup>171</sup> Ver: Technip, 2015. *Reference document 2014. Including the annual financial report*.

<sup>172</sup> Ver: Barbosa Cerqueira Junior (2014).

<sup>173</sup> Otro ejemplo es General Electric, que ha firmado un contrato de USD 500 millones con Petrobras para suministrarle equipamientos y servicios petroleros: todos serán importados; en Brasil solo se realizarán actividades de bajo contenido tecnológico como las operaciones de embalaje, test y logística. Fuente: General Electric, 2013. *GE e Petrobras fecham contrato de USD 500 milhões*. 15 de enero de 2013. Disponible en: <<http://www.geimprensabrasil.com/ge-e-petrobras-fecham-contrato-de-us-500-mi>>.

<sup>174</sup> Véase: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>. Véase también: Petrobras, 2015. *Conheça curiosidades sobre equipamentos de nossos sistemas submarinos*. 21/5/2015. Disponible en: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/conheca-curiosidades-sobre-equipamentos-de-nossos-sistemas-submarinos.htm>>.

<sup>175</sup> En 2015-2019, en América Latina, un 75 % del CAPEX en el subsegmento SURF ocurrirá en aguas ultraprofundas y un 19 % de ello en aguas profundas (Griffiths, 2015a).

Las compañías petroleras contratan empresas de servicios especializadas en el suministro de equipamientos submarinos. Para las empresas de servicios, poseer la propiedad intelectual de las tecnologías incorporadas en los equipamientos es crucial para poder comercializarlos. Las empresas de servicios líderes mundiales en tecnología submarina son: Aker Solutions; Cameron; FMC Technologies; Oceaneering; Technip; y Wellstream (grupo General Electric). En el segmento de umbilicales, las empresas líderes son: Aker Solutions, Nexans, Oceaneering, Prysmian y Technip. En el segmento de tubos flexibles, las firmas líderes son: National Oilwell Varco (NOV), Technip y Wellstream<sup>176</sup>.

Para competir en estas actividades es imprescindible suministrar equipamientos de alta complejidad tecnológica y prestar servicios accesorios como la instalación y la manutención. Utilizar equipamientos sofisticados y testados es indispensable, puesto que un fallo causaría una costosa interrupción de la producción: el precio de alquiler de una FPSO varía entre USD 200 000 y USD 600 000 por día. Es también esencial emplear recursos humanos cualificados que posean las capacidades para instalar y utilizar dichos equipamientos.

Por lo que respecta al segmento de sistemas de levantamiento artificial, se estima que en torno a un 95 % de los campos petroleros en el mundo necesita estos sistemas. La técnica de levantamiento artificial es necesaria cuando la presión natural interna de un reservorio es insuficiente para extraer el crudo<sup>177</sup>. Poseer la tecnología física con el nivel de complejidad exigido por las operadoras es imprescindible. Por ello, una vez más conviene señalar que poseer la propiedad intelectual es vital para que las empresas de servicios puedan comercializar las tecnologías patentadas. Cabe añadir que se trata de actividades de alta complejidad tecnológica que están dominadas, tanto a nivel mundial como en Brasil, por pocas empresas de servicios: Baker Hughes; General Electric; Schlumberger; y Weatherford (Weatherford, 2014; Kibsgaard, 2016).

Por último, el tercer segmento (productos químicos) consiste en actividades que requieren sustancias especiales para mejorar la extracción del crudo en aguas profundas: es indispensable

---

<sup>176</sup> Conviene destacar que Technip controla un 80 % del mercado de tubos flexibles en Brasil. Véase: Technip, 2015. *Reference document 2014. Including the annual financial report*, p.45. Véase también las informaciones publicadas por Technip y disponibles en: <<http://www.technip.com/pt-br/entities/brasil/produtos-e-servicos>>. Véase también: Spears and Associates, 2015. *Oilfield market report 2015*.

<sup>177</sup> Fuente: Schlumberger, 2015. *Artificial lift*. Disponible en: <[http://www.slb.com/services/production/artificial\\_lift.aspx](http://www.slb.com/services/production/artificial_lift.aspx)>. Hay varios métodos de levantamiento artificial; las más usadas requieren el uso de bombas eléctricas sumergibles (*Electric Submersible Pumps*, ESP), equipos de levantamiento de gas (*gas lift*) y sistemas de bombeo de cavidad progresiva (*Progressing Cavity Pumping*, PCP). Para una definición de los términos técnicos, véase: Schlumberger, *Oilfield Glossary*. Disponible en: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>.



poseer la tecnología física. Estas tareas son las más concentradas de todo el subsector aguas arriba siendo dominadas por dos empresas: Baker Hughes y Weatherford (Tordo et al., 2013).

#### **4.2.6 LOGÍSTICA**

Las actividades de logística incluyen los servicios de apoyo aéreo y marítimo a la E&P. La logística aérea consiste en el transporte de personas y materiales desde la costa hasta las plataformas instaladas en el mar. Debido a la expansión del Presal, es previsible que la flota de apoyo aéreo en Brasil se incremente en el futuro; sin embargo, no es una actividad relevante para nuestra investigación debido a su escasa complejidad tecnológica<sup>178</sup>.

Por otro lado, la logística marítima consiste en el suministro de navíos de apoyo, navíos sonda, piezas y otros insumos para la E&P (De Negri et al., 2010). Además, se requieren servicios de soporte operativo que incluyen el empleo de personal cualificado y el suministro de equipamientos de seguridad para las plataformas. Las oportunidades de desarrollo tecnológico en esa actividad se concentran básicamente en el entrenamiento del personal de tripulación. A pesar de su relevancia económica, nuestros entrevistados señalan que la logística no es prioritaria para el objetivo de nuestra investigación debido a su escasa complejidad tecnológica.

#### **4.2.7 DESACTIVACIÓN**

La desactivación (*decommissioning*) es la etapa conclusiva de las actividades de E&P. El proceso necesario para abandonar un pozo y la infraestructura conectada con ello incluye varias actividades: desde la obtención de las licencias de desactivación, hasta la limpieza y la verificación del sitio desactivado. Para ejecutar la desactivación, las compañías petroleras suelen contratar empresas de servicios especializadas. Esta actividad viene realizada solo después de muchos años de aprovechamiento de los campos petroleros y en el caso brasileño todavía no es tan relevante como para incluirla en esta investigación.

#### **4.2.8 SÍNTESIS Y COMPARACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS**

A partir de lo expuesto en este apartado, podemos concluir que las actividades relevantes para el estudio del desarrollo tecnológico son las siguientes: i) caracterización de reservorio; ii) perforación; iii) terminación; iv) infraestructura; y v) producción.

---

<sup>178</sup> Ver: Bain & Company y Tozzini Freire Advogados (2009a, 2009b).

Es conveniente resumir y comparar las actividades para mostrar qué tecnologías son determinantes, qué relación ocurre entre compañías petroleras y empresas de servicios y qué firmas líderes en tecnología operan en Brasil (cuadro abajo). Con respecto a las empresas de servicios, consideramos oportuno profundizar en el estudio de las que poseen centros de I+D en el país: Baker Hughes, FMC Technologies, General Electric, Halliburton, Schlumberger, Technip, Tenaris y Vallourec<sup>179</sup>. En el capítulo 8 abordaremos la participación en el desarrollo tecnológico de estas empresas.

**Cuadro 4.1****Estrategias tecnológicas de las firmas en el subsector aguas arriba**

<b>Actividades</b>	<b>Tecnología clave</b>	<b>Compañías petroleras</b>	<b>Empresas de servicios</b>
▪ Caracterización de reservorio	<i>Software</i> ; tecnología física; recursos humanos	Interpretan los datos del reservorio	Adquieren y procesan los datos recogidos
▪ Perforación	Tecnología física	Contratan empresas de servicios especializadas y colaboran en algunas tareas	Suministran equipamientos y servicios
▪ Terminación	Tecnología física; recursos humanos	Contratan empresas de servicios especializadas y colaboran en algunas tareas	Suministran equipamientos y servicios
▪ Infraestructura	Soluciones de ingeniería; tecnología física	Operan las plataformas petrolíferas	Suministran equipamientos y servicios, en particular los servicios de ingeniería
▪ Producción	Tecnología física; recursos humanos	Contratan empresas de servicios especializadas	Suministran equipamientos y servicios

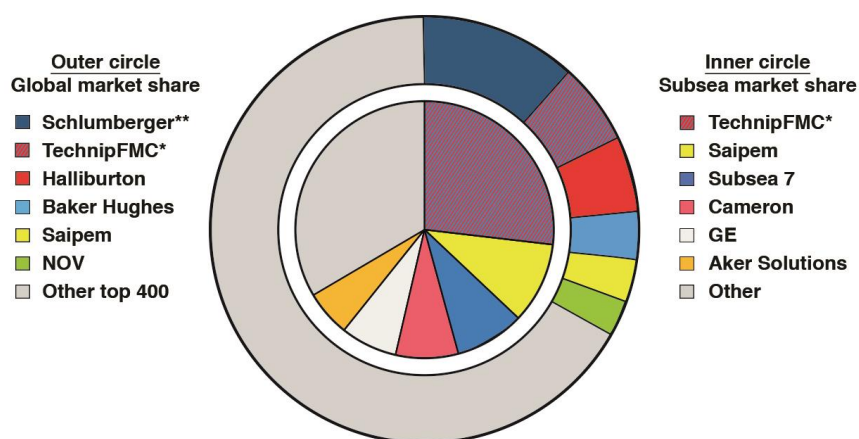
Fuente: elaboración propia

<sup>179</sup> Tenaris es parte del Grupo Techint. Vallourec tiene dos centros de I+D en Brasil: uno en Río de Janeiro y otro en Belo Horizonte.

Para completar nuestro análisis, el gráfico abajo muestra las cuotas en el mercado mundial de las mayores empresas de servicios en 2016. Se nota que pocas grandes empresas controlan una cuota significativa de las actividades globales, en particular en el segmento submarino.

**Gráfico 4.6**

**Cuotas del mercado mundial de las empresas de servicios petroleros (2016)**



Fuente: Rystad Energy (2016). El círculo interior representa las cuotas en las actividades submarinas (sistemas de producción submarinos, SURF y otros servicios petroleros submarinos). El círculo exterior indica las cuotas en los servicios petroleros mundiales. Se estima que la empresa mixta que resultará de la fusión, lanzada en mayo de 2016, entre Technip y FMC Technologies (TechnipFMC) podría lograr el control de un 27 % de las actividades de servicios petroleros submarinos y de un 7 % de los servicios petroleros mundiales. Notas: \*) Incluye también los ingresos generados por actividades aguas abajo. Se asume que no haya desinversiones por TechnipFMC. \*\*) Incorpora plenamente los ingresos de Cameron para el 2016. NOV = National Oilwell Varco. GE = General Electric

### 4.3 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo hemos profundizado en uno de los factores determinantes del desarrollo tecnológico identificados en nuestra propuesta analítica: las estrategias tecnológicas de los actores privados. A partir de lo expuesto aquí, podemos ilustrar los elementos relevantes para nuestra investigación.

En primer lugar, los cambios ocurridos en el sector petrolero mundial en las últimas décadas han contribuido a la afirmación de nuevos actores clave: las empresas de servicios. Más en concreto, ha ocurrido una notable transferencia de poder de mercado desde las compañías petroleras a esas firmas.

En segundo lugar, las empresas de servicios han apostado por una estrategia de liderazgo tecnológico y han logrado controlar las actividades de mayor complejidad tecnológica en el subsector aguas arriba. Eso se comprueba por la mayor intensidad de I+D de las empresas de servicios relativamente a las compañías petroleras. Por otra parte, Petrobras destaca entre las compañías petroleras por su elevada intensidad de inversión en I+D, lo que parece revelar un esfuerzo notable en actividad de investigación. Por esta razón, y debido también a su hegemonía en el sector petrolero brasileño, en el capítulo 5 profundizaremos en la historia y las actividades de Petrobras.

En tercer lugar, nuestro período de análisis se caracteriza por una interdependencia tecnológica entre compañías petroleras y empresas de servicios. El vínculo entre estas firmas no es meramente comercial, sino que se basa en una colaboración caracterizada por un acercamiento de innovación abierta, esto es, las estrategias tecnológicas de las empresas incluyen a un amplio conjunto de actores que se relacionan con ellas. Es por tanto esencial analizar de forma sistémica dichas interrelaciones.

Por último, hemos concluido que las actividades de E&P relevantes para el estudio de nuestro problema de investigación son las siguientes: i) caracterización de reservorio; ii) perforación; iii) terminación; iv) infraestructura; y v) producción. En la tercera parte del trabajo vamos a otorgar relevancia al estudio de las empresas de servicios que dominan la frontera tecnológica en estas actividades, especialmente las que poseen centros de I+D en Brasil. Dada la posición dominante de Petrobras, profundizaremos en las interrelaciones entre la compañía petrolera nacional y estas empresas.

Pues bien, tras haber analizado el papel en el desarrollo tecnológico de los actores privados, en el próximo capítulo vamos a abordar otro factor determinante de ese proceso que incluimos en nuestra propuesta analítica: los actores públicos.



## ACTORES PÚBLICOS DEL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO

**E**n el capítulo anterior hemos investigado un factor determinante del desarrollo tecnológico: los actores privados. Por otro lado, aquí vamos a profundizar en otro factor, los actores públicos. Cabe precisar que, a diferencia del capítulo anterior, aquí no analizamos las estrategias tecnológicas de los actores públicos sino sus principales características en perspectiva histórica.

Comenzaremos por investigar la formación histórica del sector petrolero brasileño para explicar el papel de la herencia (5.1). En segundo lugar, estudiaremos la historia y las actividades de Petrobras (5.2)<sup>180</sup>. Posteriormente, analizaremos las funciones de los órganos del Estado brasileño implicados en el sector petrolero (5.3); en particular, otorgaremos relevancia a la agencia reguladora del sector, la ANP (5.4). La incorporación de los órganos del Estado y de la agencia reguladora entre los actores es coherente con la definición de organizaciones postulada por North (1990) la cual incluye los cuerpos políticos (ver capítulo 1.3).

Por último, definiremos las organizaciones de ciencia y tecnología (OCT) y presentaremos las características principales de la actividad científica en Brasil (5.5). Consideramos oportuno tratar aquí las OCT puesto que, como explicaremos en el capítulo 6, la mayoría de estas organizaciones implicadas en el sector petrolero brasileño son entidades públicas. Concluiremos el capítulo con una síntesis de los temas discutidos (5.6).

### 5.1 FORMACIÓN HISTÓRICA DEL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO

Para las poblaciones indígenas que habitaban el actual territorio de Brasil en la era precolonial la relación con la naturaleza tenía un rol vital. Los recursos naturales en cuanto tales empezaron a ocupar una función en la formación económica del país a partir de los albores del

---

<sup>180</sup> Como explicaremos en el capítulo 5.2, a pesar de la apertura de Petrobras al mercado, el Estado brasileño ha mantenido una dirección estratégica sobre la compañía a través del control de la mayoría de acciones con derecho de voto en el capital social de la misma. A finales de 2015, el Estado controlaba (junto con el BNDES) en torno a un 60,2 % del capital votante. Fuente: Petrobras.

colonialismo<sup>181</sup>. Durante el período colonial, la explotación de los recursos naturales se caracterizó por los siguientes rasgos. En primer lugar ocurrió una fuerte expansión el monocultivo orientado a la exportación basado en el trabajo esclavizado<sup>182</sup>; la implantación del modelo primario-exportador generó una economía dependiente y funcional a los intereses comerciales externos de los colonizadores<sup>183</sup>.

El segundo rasgo fue la afirmación en la colonia de élites que acumularon rápidamente un amplio poder económico y político en torno a la explotación de recursos naturales. Estos grupos mantuvieron enormes privilegios económicos y sociales gracias a su alianza con los intereses de la Corona portuguesa; eso determinó una profunda desarticulación de la estructura económica y social de la colonia (Júnior, 1953a; Furtado, 2003).

El tercer aspecto peculiar consistió en una profunda desvinculación de las actividades agrícola y extractiva respecto a la producción industrial. Un obstáculo primordial a la expansión de la manufactura colonial fue la concesión, entre 1808 y 1844, de tarifas arancelarias preferenciales a Inglaterra<sup>184</sup>.

El período entre 1870 y 1880 fue uno de los momentos de mayor prosperidad del Imperio del Brasil (1822-1889)<sup>185</sup>. La eliminación de las mencionadas tarifas preferenciales incentivó un incipiente desarrollo de la manufactura textil colonial (Júnior, 1953b). Sin embargo, el avance

---

<sup>181</sup> La flota de la Corona portuguesa comandada por Pedro Álvares Cabral llegó al actual territorio de Brasil en el 22 de abril de 1500. El inicio formal de la colonización de Brasil (*Brasil Colônia*) ocurrió en el 20 de noviembre de 1530 cuando el rey de Portugal, Juan III de Portugal (João III de Portugal), otorgó a Martim Afonso de Sousa la jurisdicción sobre los habitantes del territorio colonizado. En 1534 la Corona portuguesa creó el sistema de *capitanias hereditárias*: divisiones del territorio brasileño asignadas a nobles de confianza del rey de Portugal. En 1549 fue instituido el *Governo-Geral*, siendo este un representante de la Corona con función de administrar la colonia. El período colonial duró formalmente hasta el 16 de diciembre de 1815 cuando, en ocasión de la transferencia de la Corona portuguesa para Brasil, fue creado el Reino Unido de Portugal, Brasil y Algarve.

<sup>182</sup> Eso ocurrió desde las primeras décadas del siglo XVI cuando los portugueses explotaron los recursos forestales del litoral brasileño para extraer el palo brasil (*pau-brasil*), cuya madera era utilizada como tintura. El agotamiento de los bosques costeros supuso la rápida decadencia de ese negocio en el giro de tan solo tres décadas. Así pues, el interés comercial de los portugueses se trasladó a otros cultivos: el tabaco y la caña de azúcar. Esas plantaciones determinaron la difusión de grandes parcelas de propiedad terrera (*fazendas*) que terminaron en manos de la élite colonial y condicionaron la explotación del café en los años del Imperio del Brasil.

<sup>183</sup> Como ha observado Júnior (1953a: 41): "... o caráter geral da colonização brasileira [...] é o de uma colônia destinada a fornecer ao comércio europeu alguns gêneros tropicais de grande expressão econômica. [...] A nossa economia se subordinará por isso inteiramente a tal fim".

<sup>184</sup> Cabe destacar que en 1785 la reina María I de Portugal firmó un acto con el cual ordenaba que "... todas as fábricas, manufacturas ou teares [...] sejam extintas e abolidas por qualquer parte em que se acharem em Meus Domínios do Brazil" (ABEMI, 2014: 17).

<sup>185</sup> El Imperio del Brasil surgió a raíz de la proclamación de independencia de Brasil de la Corona portuguesa, en el 7 de septiembre de 1822, por parte de Pedro I de Brasil. El período imperial duró hasta la deposición del emperador Pedro II de Brasil, en el 15 de noviembre de 1889, por un golpe militar guiado por el general Manoel Deodoro da Fonseca.

industrial fue exiguo: predominaba todavía una estructura económica colonial concentrada en pocos productos agrícolas que constituían la mayor parte de las exportaciones (Paim, 1957).

La proclamación de los Estados Unidos del Brasil, en 1889, marcó una ruptura radical del equilibrio conservador que había caracterizado el período imperial. En campo económico, la consolidación de la República alentó los ideales de enriquecimiento y prosperidad material. Eso implicó una mayor apertura del país a la finanza internacional y a los capitales extranjeros, que penetraron en numerosos sectores económicos (Júnior, 1953a).

Los primeros años de la República fueron de notable dificultad financiera para el aparato público. La estructura económica doméstica mantenía un firme carácter primario: la producción agrícola continuaba siendo compartimentada en diferentes regiones del país, cada una especializada en un monocultivo de exportación.

A finales del siglo XIX, cuando la producción de café se estaba afirmando con vigor en la economía brasileña, fue hallado petróleo en el país. La primera concesión para la prospección del crudo fue otorgada a través del Decreto Imperial 352-A, de 30 de noviembre de 1864, en el municipio de Camamu (Bahía). No obstante, pasaron casi tres décadas hasta el primer sondeo, realizado en Bofete (São Paulo) en 1892, a una profundidad de apenas 50 metros bajo tierra.

La Primera Guerra Mundial afectó negativamente a la economía brasileña: la importación de bienes de capital y de consumo manufacturados se redujo sensiblemente y el tipo de cambio se depreció gradualmente. Ambos factores crearon las condiciones favorables para un aumento de la demanda interna que estimuló la producción industrial doméstica (Paim, 1957). Numerosas filiales de empresas transnacionales europeas y norteamericanas se instalaron en Brasil, que pasó a ocupar una posición subordinada en la economía mundial (Júnior, 1953a)<sup>186</sup>.

La Gran Depresión afectó negativamente a la economía brasileña pero el país volvió a tener tasas de crecimiento del PIB positivas sobre la mitad de los años treinta. La recuperación económica fue acompañada por una expansión de la producción industrial, la inversión en la

---

<sup>186</sup> La dinámica de la economía mundial determinó efectos contradictorios para Brasil. Por un lado, la penetración del capital extranjero estimuló la actividad económica y la expansión de una base industrial doméstica. Por otro lado, determinó una creciente subordinación de la economía brasileña a factores externos. La industria brasileña estaba todavía débil y dependiente de la protección comercial y la mayor parte de la maquinaria utilizada era importada del exterior (Júnior, 1953b).



manufactura y la demanda de bienes de capital (Furtado, 1959)<sup>187</sup>. En ese contexto, en 1930 el ingeniero Manoel Inácio de Basto comprobó la presencia de petróleo en la zona de Lobato e informó al entonces presidente del país, Getúlio Vargas. A partir de ese momento el petróleo entró de lleno en la escena política y económica de Brasil.

En 1934 Vargas promovió la aprobación del Código de Minas, que introdujo la distinción entre minas y yacimientos y obligó a las empresas a solicitar una concesión estatal para su explotación<sup>188</sup>. La Constitución, de 16 de julio de 1934, estableció una separación entre propiedad de las riquezas del suelo y del subsuelo y determinó que las segundas no pertenecieran al propietario de la tierra sino al Estado. Por efecto de esta norma, la explotación de petróleo y gas pasó a depender de una autorización pública que podía ser otorgada solo a brasileños o empresas constituidas por accionistas brasileños. En 1935, fueron remitidas al Instituto Nacional de Tecnología (*Instituto Nacional de Tecnologia*, INT) muestras que comprobaban la existencia de petróleo en cantidad comercial. No obstante, los sondeos fueron interrumpidos debido a carencias en el territorio nacional de tecnología y equipamientos apropiados (De Maya, 1938).

En 1937 Vargas tomó el poder de forma dictatorial y proclamó el *Estado Novo*. Al año siguiente, su gobierno decidió promover nuevas exploraciones las cuales confirmaron una considerable presencia de petróleo en el país. La nueva Constitución, de 10 de noviembre de 1937, estableció que el aprovechamiento de los recursos minerales podía ser autorizado solo a brasileños o empresas constituidas por accionistas brasileños (artículo n.º 143). Pronto se abrió un intenso debate sobre la gestión y el uso del petróleo: por un lado, los nacionalistas abogaban por la explotación del crudo bajo el control público; por otro lado, algunos partidos políticos defendían una apertura del sector petrolero al capital extranjero.

Con el Decreto 336 de 1937 y el Decreto 337 de 1938 el gobierno brasileño asumió la propiedad de los yacimientos de petróleo y gas presentes en el país. Además, se estableció el monopolio público de todos los derechos de exploración, producción, transporte, distribución y comercio de petróleo y gas. Posteriormente, por medio de la Ley 366, de 11 de abril de 1938, fue creado el Consejo Nacional del Petróleo (*Conselho Nacional do Petróleo*, CNP), en sustitución del Departamento Nacional de la Producción Mineral (*Departamento Nacional da Produção*

---

<sup>187</sup> Aunque se trató de una industrialización incipiente (debido a las limitadas capacidades de importación de Brasil), ese período de choques externos propició el surgimiento de un nuevo modelo económico: el crecimiento hacia adentro acompañado por una progresiva sustitución de importaciones (Furtado, 1959).

<sup>188</sup> Véase el Decreto 24642, de 10 de julio de 1934.

*Mineral*), que pertenecía al Ministerio de Agricultura<sup>189</sup>. Por último, con el Decreto Ley 395, de 29 de abril de 1938, se declaró de pública utilidad el abastecimiento nacional (así como la importación, exportación, transporte, refinó y comercio) de petróleo y gas.

En defensa de la soberanía nacional, las jerarquías militares apoyaron un plan de nacionalización del sector petrolero presentado por el CNP. El 1 de mayo de 1938, Vargas firmó un decreto con el cual nacionalizó la producción de petróleo y gas y permitió al CNP controlar la actividad de refinó en el país. A través de la Ley Constitucional 4, de 20 de septiembre de 1940, fueron reservados a la Unión Federal<sup>190</sup> los derechos para tributar la producción, el comercio, la distribución, el consumo de carbón mineral y de combustibles líquidos<sup>191</sup>. Por último, con el Decreto Ley 3326, de 7 de mayo de 1941, la propiedad de los yacimientos de petróleo y gas fue destinada a la Unión Federal.

Los acontecimientos de la Segunda Guerra Mundial no afectaron sustancialmente al proceso de transformación de la economía brasileña que se venía produciendo desde las décadas anteriores (Júnior, 1953b). Brasil se afirmó a nivel mundial como suministrador de materias primas a los países en conflicto. En ese contexto, el coronel João Carlos Barreto asumió la presidencia del CNP y propuso revisar la legislación del sector petrolero. En octubre de 1945, el CNP adoptó la Resolución 1/45 que permitía la instalación y la explotación de refinerías por empresas privadas domésticas. En ese mismo mes, Vargas fue obligado por los militares a dejar el poder y fue sustituido por el general Dutra, dando comienzo a la *República Nova*.

La nueva Constitución, de 18 de septiembre de 1946, estableció que solo las compañías petroleras organizadas en Brasil pudieran solicitar una concesión para explotar el petróleo y el gas. Eso alentó el debate en torno a qué estrategia económica y política fuera necesario adoptar en el sector petrolero. Bajo el lema “¡el petróleo es nuestro! (*o petróleo é nosso!*)”, la “campana del petróleo” (un movimiento patrocinado por el Centro de Estudios y Defensa del Petróleo, *Centro de Estudos e Defesa do Petróleo*) defendía la explotación nacional del petróleo y el gas (Tibiriçá Miranda, 2004).

Por un lado, los liberales (que en ese momento gobernaban el país) consideraban que la nacionalización afectaría a las relaciones internacionales de Brasil y el desarrollo de su industria

---

<sup>189</sup> En 1960 el CNP fue incorporado en el Ministerio de Minas y Energía.

<sup>190</sup> La Unión Federal es formada por las Unidades Federales que integran la República Federativa del Brasil.

<sup>191</sup> Además, el Decreto Ley 2179, de 8 de mayo de 1940, introdujo un impuesto sobre los derivados del petróleo producidos en Brasil; eso agudizó la dependencia externa del país en el refinó.

doméstica. Por otro lado, los nacionalistas argumentaban que el petróleo y el gas eran indispensables para el país y que por tanto el gobierno nacional tenía que controlar el sector petrolero. En particular, Monteiro Lobato (1957) denunció que las compañías petroleras internacionales obstaculizaban la producción de petróleo en Brasil siendo que vendían al país petróleo importado<sup>192</sup>.

El gobierno Dutra (1946-1951) puso fin al *Estado Novo* y aproximó Brasil a la influencia política de los Estados Unidos. En 1951 Vargas fue reelegido presidente; su nuevo mandato se caracterizó por el fortalecimiento del papel del Estado en la formación del capital industrial a través de la planificación sectorial<sup>193</sup>. En el 12 de diciembre de 1951, Vargas envió al Congreso un mensaje presidencial en que declaró la intención de crear una compañía petrolera nacional. Simultáneamente, el presidente presentó el proyecto de Ley 1516, que preveía que la Unión fuera propietaria de un 51 % de las acciones de dicha compañía con derecho de voto, admitiendo la participación del capital extranjero hasta un límite máximo de un 15 %<sup>194</sup>. Esa disposición abrió un nuevo debate interno que se desarrolló en los meses siguientes.

## **5.2 PETROBRAS**

La presentación del proyecto de Ley 1516 de 1951 generó intensas discusiones en el país que llevaron a la aprobación de la Ley 2004, de 3 de octubre 1953. Dicha ley estableció el monopolio de la Unión Federal sobre las actividades integrantes del sector petrolero y autorizó la Unión Federal a constituir la compañía petrolera nacional prevista en el proyecto de Ley 1516: Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). El gobierno nacional se convirtió en el accionista principal de la nueva compañía, siendo prohibida la propiedad de sus acciones a inversores extranjeros. La fundación de Petrobras fue finalizada por medio del Decreto 35308, de 2 de abril de 1954<sup>195</sup>.

---

<sup>192</sup> El instrumento utilizado por las compañías extranjeras para obstaculizar la producción brasileña era el acaparamiento de tierras a través de contratos de alquiler de las zonas con presencia demostrada de petróleo y gas. Dentro de esa política, Monteiro Lobato acusó el CNP de impedir la extracción de petróleo a través de trabas administrativas. Además, criticó el gobierno nacional por aniquilar el sector petrolero incipiente y agudizar la dependencia energética del exterior en favor de los intereses extranjeros (Monteiro Lobato, 1957).

<sup>193</sup> El entonces ministro de Hacienda, Horácio Lafer, lanzó un plan de inversiones en la industria, el transporte, la energía y la agricultura.

<sup>194</sup> El movimiento del “¡petróleo es nuestro!” se opuso duramente al proyecto de Ley 1516 y argumentó que el gobierno quería entregar el petróleo brasileño al capital extranjero; tras esta oposición, se logró un acuerdo político en base a que los accionistas extranjeros quedaban excluidos del capital de la naciente compañía petrolera nacional.

<sup>195</sup> El CNP transfirió a Petrobras dos refinerías (Mataripe y Cubatão), que constituyeron sus primeros activos. El 10 de mayo de 1954, Petrobras puso en marcha sus operaciones con una producción de apenas 2663 barriles (equivalentes a un mero 1,7 % del consumo nacional).

Entre 1956 y 1960, el gobierno de Juscelino Kubitschek de Oliveira se caracterizó por una orientación de nacionalismo desarrollista. Durante su mandato fue inaugurado un amplio programa de inversiones públicas: el Plan de Metas<sup>196</sup>. En este contexto político, en 1961 Petrobras comenzó las exploraciones mar adentro en la plataforma continental brasileña y descubrió dos campos petroleros: Recôncavo y Carmópolis.

Con el objetivo de fomentar la industria petroquímica, en 1967 fue creada una nueva empresa pública: Petrobras Química S.A. (Petroquisa). A pesar del golpe de Estado militar de 1964 y de la crisis económica que afectó a Brasil en esa década, el sector petrolero nacional obtuvo resultados positivos. En 1968 Petrobras descubrió el primer campo petrolero mar adentro (Guaricema, situado en el estado de Sergipe), a solo 80 metros de profundidad<sup>197</sup>.

En 1976, fue constituida Petrobras Fertilizantes S.A. (Petrofértil), empresa pública cuyo objetivo era extender el negocio del grupo Petrobras en el sector de fertilizantes. Esa expansión fue acompañada por un creciente proceso de internacionalización de Petrobras: en 1978 fue inaugurada la subsidiaria Petrobras Internacional S.A. (Braspetro), que empezó a formalizar contratos en Irán, Iraq, Libia y otros países (Chacel, 2007; Dalla Costa et al., 2013).

Esos avances fueron los primeros indicadores de una dirección gubernamental estratégica sobre Petrobras que marcó profundamente toda su historia. Las decisiones del consejo directivo de Petrobras consolidaron una estrategia fundamentada en objetivos de política energética y política industrial: la autosuficiencia energética nacional (que asumió fuerte relevancia a partir de las dos crisis petroleras mundiales de los años setenta) y la acumulación de capital en la industria nacional.

El Estado brasileño logró aglutinar en torno a Petrobras los intereses comunes del aparato público, el empresariado doméstico y el capital internacional. De acuerdo con Alveal Contreras (1993), un elemento central del éxito de Petrobras fue la incorporación de la lógica microeconómica de las grandes empresas privadas, a pesar de que la dirección estratégica procedía de la esfera pública. Ese factor posibilitó una progresiva integración vertical de la

---

<sup>196</sup> Los principales sectores interesados por esta nueva estrategia gubernamental fueron la energía, el transporte y la industria de base. Fue creado el Consejo de Desarrollo Económico (*Conselho de Desenvolvimento Econômico*) con el mandato de formular y coordinar la política de inversión del gobierno. La industrialización fue promovida a través de una participación activa del Estado en la economía, pero manteniendo un diálogo activo con los inversores privados nacionales y extranjeros: el llamado “capitalismo asociado”. La industrialización por sustitución de importaciones era considerada la directriz principal para el desarrollo económico del país.

<sup>197</sup> Además, entró en operación la primera plataforma de perforación de petróleo construida en Brasil: la P-1.

compañía, así como su transformación en conglomerado y expansión en el mercado internacional. La dirección estratégica del Estado sobre la compañía ha sido mantenida en las décadas siguientes y ha condicionado la evolución del marco institucional del sector petrolero (Silva, 2010).

Después de casi dos décadas de dictadura militar, en el 15 de enero de 1985 se celebraron nuevas elecciones legislativas en Brasil. Tras la improvisada muerte del presidente recién elegido, Almeida Tancredo Neves, la presidencia del país fue asumida por José Sarney Costa; empezó así un nuevo período democrático conocido como *Nova República*. Durante el mandato de Sarney fue promulgada la Constitución de la República Federativa del Brasil, de 5 de octubre de 1988. La nueva carta magna mantuvo el monopolio estatal en el sector petrolero.

En marzo de 1990 Fernando Collor de Mello fue elegido presidente de la república. Durante su mandato se consolidó un amplio consenso en favor de programas de ajuste estructural y reformas institucionales caracterizadas por una fuerte reducción del rol del Estado en la economía. En línea con los principios propugnados por el Consenso de Washington, Collor de Mello propuso una reforma administrativa y fiscal del Estado acompañada por la privatización de empresas estatales, la apertura comercial y la desregulación salarial. El programa de privatización (*Programa Nacional de Desestatização*) se centró en la siderurgia, la petroquímica y los fertilizantes<sup>198</sup>. Petrobras no fue incluida en las privatizaciones puesto que la Constitución de 1988 conservó el monopolio público en el sector petrolero<sup>199</sup>.

Tras un proceso formal promovido por el Congreso, Collor de Mello fue destituido en 1992; le sucedió Itamar Augusto Cautiero Franco. Bajo su mandato, la privatización de algunas empresas fue paralizada<sup>200</sup>. En 1993, Fernando Henrique Cardoso fue nombrado ministro de Hacienda. Bajo su liderazgo, a partir de 1994 fue implementado un programa de estabilización económica y monetaria basado en los planteamientos del Fondo Monetario Internacional (FMI): el *Plano Real*<sup>201</sup>. En coherencia con las recetas neoliberales propugnadas por el FMI y, en

---

<sup>198</sup> Véase la Ley 8031, de 12 de abril de 1990.

<sup>199</sup> Por otra parte, fue modificado el artículo n.º 176 de la Constitución para permitir que las concesiones o autorizaciones para la exploración y explotación de recursos minerales y energía hidráulica pudieran ser otorgadas a brasileños o a empresas constituidas bajo la legislación brasileña (con sede y administración en el país). Además, fue modificado el artículo n.º 171 de la Constitución para eliminar la distinción entre “empresa brasileña” y “empresa brasileña de capital nacional”; anteriormente, solo este último tipo de empresa tenía ventajas fiscales.

<sup>200</sup> Entre otras, fue detenida la privatización de Ultrafértil (empresa de fertilizantes del grupo Petrobras).

<sup>201</sup> Véase la Medida Provisoria (*Medida Provisória*) n.º 434, de 27 de febrero de 1994. Una Medida Provisoria es un acto unipersonal del presidente de la República Federal de Brasil con fuerza inmediata de ley. Véase también la Ley 9069, de 29 de junio de 1995.

sentido más amplio, por el Consenso de Washington, el gobierno brasileño impulsó la privatización de empresas públicas y una profunda reforma administrativa del Estado.

En 1995, el propio Cardoso fue elegido presidente de Brasil. Su gobierno continuó las políticas de liberalización y privatización inauguradas por Collor de Mello. En ese ámbito, fue aprobada la Enmienda Constitucional 9, de 9 de noviembre de 1995, que estableció la posibilidad para el Estado brasileño de contratar tanto a empresas públicas como privadas para la explotación del petróleo y el gas.

Posteriormente, fue promulgada la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997 (*lei do petróleo*), a través de que se puso fin a décadas de monopolio estatal en el sector petrolero. En concreto, el artículo n.º 61 de dicha ley sanciona que las actividades económicas vinculadas a la explotación del petróleo y el gas son desarrolladas por Petrobras en “carácter de libre competición con otras empresas”<sup>202</sup>. Además, el artículo n.º 62 de la misma ley establece que la Unión Federal mantiene el control accionario de Petrobras a través de la propiedad y el control de un 50 % más una acción del capital de la compañía con derecho de voto<sup>203</sup>.

Por efecto de estas disposiciones, Petrobras fue semiprivatizada, esto es, el capital social fue abierto al mercado pero el Estado mantuvo la mayoría de las acciones ordinarias con derecho de voto<sup>204</sup>. En definitiva, la aplicación de los preceptos del neoliberalismo fue incompleta (Cypher, 2013). Actualmente, el gobierno nacional controla el presupuesto de Petrobras y establece límites para sus inversiones y deudas de largo plazo. La compañía debe someter el presupuesto anual al Ministerio de Planeamiento, Presupuesto y Gestión (*Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão*) y al Ministerio de Minas y Energía (*Ministério de Minas e Energia*). Posteriormente, el Congreso nacional debe aprobar el presupuesto de Petrobras<sup>205</sup>.

---

<sup>202</sup> La traducción es nuestra.

<sup>203</sup> El artículo primero del estatuto social de Petrobras establece que la compañía es una sociedad de economía mixta bajo control del gobierno nacional. A través de la participación en la asamblea general ordinaria, el gobierno nacional influye en la elección de los miembros del consejo de administración y del presidente de la compañía.

<sup>204</sup> Tras la apertura de Petrobras al mercado, ocurrida en 1998, el valor nominal del capital social fue mantenido invariado. El gobierno federal y el BNDES pasaron de poseer en conjunto un 59,6 % (en 1997) a un 59,7 % (en 1998) del capital social de la compañía; además, pasaron de poseer un 83,7 % (en 1997) a un 86 % (en 1998) de las acciones ordinarias con derecho de voto. Por otra parte, los accionistas privados pasaron de poseer un 0 % a un 39,7 % de las acciones preferidas (sin derecho de voto). Fuente: nuestro cálculo a partir de datos de Petrobras.

<sup>205</sup> Véase: Petrobras, 2016. *Form 20-F 2015*. Disponible en: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/en>>.

En definitiva, Petrobras ha desempeñado un papel crucial en el sector petrolero brasileño y ha mantenido el rol de actor principal tras la apertura del sector. Considerando la estrecha relación entre la compañía nacional y el Estado, a continuación, vamos a profundizar en los órganos del Estado brasileño que tienen funciones relevantes en el sector petrolero.

### **5.3 LOS ÓRGANOS DEL ESTADO BRASILEÑO**

Los órganos del Estado brasileño con responsabilidades en el sector petrolero son: i) el Ministerio de Minas y Energía (*Ministério de Minas e Energia*, MME); ii) el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (*Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação*, MCTI); iii) el Ministerio de Medio Ambiente (*Ministério do Meio Ambiente*, MMA); iv) el Ministerio de Educación (*Ministério da Educação*, MEC); y v) el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (*Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social*, BNDES).

Dentro del Ministerio de Minas y Energía (MME), cabe destacar tres entidades. En primer lugar, la Secretaría de Petróleo, Gas Natural y Combustibles Renovables (*Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis*) promueve estudios de las cuencas sedimentarias y propone directrices para las licitaciones de las áreas de E&P; además, promueve las actividades de I+D en los sectores de petróleo, gas y combustibles renovables. Segundo, el Departamento de Política de Exploración y Producción de Petróleo y Gas Natural (*Departamento de Política de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural*) supervisa la participación de la industria nacional de bienes y servicios en el suministro del sector petrolero y propone políticas de fomento<sup>206</sup>. Y tercero, el ministro de Energía y Minas en persona preside el Consejo Nacional de Política Energética (*Conselho Nacional de Política Energética*, CNPE), un órgano de asesoramiento del presidente de la república responsable por la formulación de políticas y directrices en tema energético<sup>207</sup>.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) promueve acciones integradas para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector petrolero a través de la implementación y la modernización de la infraestructura de I+D. Además, este ministerio apoya las actividades de I+D en la exploración, producción, transporte y refinado de petróleo y

---

<sup>206</sup> Además, este órgano propone e implementa políticas públicas para atraer inversiones en el sector petrolero.

<sup>207</sup> El CNPE ha sido creado por la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997. Sobre la estructura y el funcionamiento del CNPE véase el Decreto 3520, de 21 de junio de 2000. El CNPE está compuesto por catorce miembros entre los cuales el ministro de Minas y Energía, el ministro de Hacienda y el ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los principios y objetivos de la política energética nacional son establecidos por el primer artículo de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997.

gas. El MCTI sostiene también programas de innovación, con énfasis en modelos computacionales de simulación de cuencas geológicas y en recuperación de petróleo y gas.

El MCTI promueve la inversión en ciencia y tecnología a través de una estrategia nacional plurianual: la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (*Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação*). La estrategia establece una serie de acciones esenciales para la implementación de una política nacional de ciencia y tecnología<sup>208</sup>.

Conviene destacar el rol de tres agencias públicas de fomento vinculadas al MCTI. En primer lugar, la empresa pública Financiadora de Estudios y Proyectos (*Financiadora de Estudos e Projetos*, Finep) financia todas las etapas del desarrollo tecnológico: de la investigación básica al desarrollo de productos, servicios y procesos<sup>209</sup>. La Finep incentiva también la incubación de empresas innovadoras y la implantación de parques tecnológicos en Brasil<sup>210</sup>. Debido a la relevancia de la Finep en la financiación a la innovación, volveremos a analizar sus funciones en el capítulo 6.

En segundo lugar, el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, CNPq) es una agencia pública que sostiene las actividades domésticas de ciencia, tecnología e innovación y acompaña la formulación de políticas<sup>211</sup>.

---

<sup>208</sup> La estrategia para el período 2016-2019 establece los siguientes pilares fundamentales: i) promoción de la investigación científica básica y tecnológica; ii) modernización y ampliación de la infraestructura científico-tecnológica; iii) ampliación de la financiación para el desarrollo científico y tecnológico; iv) formación, atracción y fijación de recursos humanos; y v) promoción de la innovación tecnológica en las empresas. Véase: Gobierno de Brasil, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2016. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019*.

<sup>209</sup> La Finep ha sido creada a través del Decreto Ley 61056, de 24 de julio de 1967. La agencia ha absorbido el Fondo de Financiamiento de Estudios de Proyectos y Programas (*Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas*), un fondo contable del gobierno instituido por medio del Decreto Ley 55820, de 8 de marzo de 1965. El estatuto de la Finep actualmente vigente está regulado por el Decreto 1808, de 7 de febrero de 1996. Los instrumentos de apoyo de la Finep están constituidos por recursos reembolsables (crédito para las empresas) y no reembolsables (subvención para las empresas y para organizaciones de ciencia y tecnología).

<sup>210</sup> Los programas de apoyo financiero de la Finep abarcan tres áreas: i) actividades de las organizaciones de ciencia y tecnología; ii) innovación en las empresas; y iii) cooperación entre empresas y organizaciones de ciencia y tecnología.

<sup>211</sup> El CNPq fue constituido por la Ley 1310, de 15 de enero de 1951. Dicha ley otorga al CNPq la finalidad de promover y estimular al desarrollo de la investigación científica y tecnológica a través de la concesión de recursos para la investigación, la formación de investigadores y técnicos, la cooperación con las universidades brasileñas y el intercambio con instituciones extranjeras. El CNPq desempeña un papel central en la formulación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, contribuyendo al reconocimiento de los centros de investigación y de los investigadores brasileños en la comunidad científica internacional. Véase: CNPq, sin fecha. *Centro de memória. História do CNPq*. Disponible en: <<http://centrodememoria.cnpq.br/Missao2.html>>.



En tercer lugar, en 2013 fue creada la Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (*Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial*, EMBRAPII), una agencia pública que pretende fomentar la cooperación entre empresas y universidades para incentivar la inversión privada en innovación. La EMBRAPII cuenta con la colaboración de la Confederación Nacional de la Industria (*Confederação Nacional da Indústria*, CNI) y de la Finep. La EMBRAPII invierte hasta un tercio de los gastos de sus unidades en proyectos de I+D con empresas asociadas; el resto está financiado por las empresas implicadas y por la unidad que gestiona el proyecto<sup>212</sup>. La actividad de la agencia se encuentra actualmente en fase incipiente<sup>213</sup>.

El Ministerio de Medio Ambiente (MMA) tiene competencias atribuidas por ley en asuntos de relevancia para el sector petrolero. Más en concreto, el MMA es responsable por las políticas de integración entre medio ambiente y producción, que incluye las actividades de E&P. Dentro de su estructura operan: la Secretaría de Extractivismo y Desarrollo Rural Sostenible (*Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável*); el Consejo Nacional del Medio Ambiente (*Conselho Nacional Do Meio Ambiente*, CONAMA), órgano colegial consultivo; y el Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (*Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis*, IBAMA), que ejecuta las acciones de política nacional del medio ambiente<sup>214</sup>.

El Ministerio de Educación (MEC) ejerce una función relevante en el sector petrolero a través de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*, Capes)<sup>215</sup>. La misión de la Capes es fomentar la expansión y la consolidación de másteres de postgrado y doctorados.

---

<sup>212</sup> La EMBRAPII es una organización privada que actúa dentro de los objetivos establecidos por un contrato de gestión con el MCTI y el MEC, que la financian. La EMBRAPII actúa cooperando con diferentes universidades y centros de investigación; para eso, han sido creadas unidades de actuación acreditadas por la EMBRAPII en las sedes del *Instituto Nacional de Tecnologia* (INT), en el *Instituto de Pesquisas Tecnológicas* (IPT) y en el instituto Coppe de la UFRJ, entre otras. Los proyectos apoyados por la EMBRAPII abarcan diferentes áreas tecnológicas de interés para el sector petrolero, como por ejemplo la ingeniería submarina, la tecnología en ductos y la química industrial. En general, los recursos aportados por la EMBRAPII y la unidad de referencia no precisan ser reembolsados; además, la empresa tiene el derecho de explotar comercialmente la tecnología desarrollada.

<sup>213</sup> Por ejemplo, la unidad EMBRAPII de ingeniería submarina para el sector petrolero ha sido creada en el instituto Coppe de la UFRJ en 2015; los primeros contratos de esta nueva unidad han sido firmados con Petrogal Brasil, FMC Technologies y TR Subsea, por un valor total de BRL 7,4 millones. En 2015, las empresas participantes en proyectos de investigación con la EMBRAPII eran cerca de 30 en total, siendo de diferentes sectores. Para los primeros seis años desde la creación de la EMBRAPII la previsión de inversión es de BRL 1500 millones (Luiz Rosa, 2015).

<sup>214</sup> El CONAMA adopta resoluciones y recomendaciones en tema de legislación medioambiental y establece, mediante propuesta del IBAMA y de otros órganos públicos, normas y criterios que regulan las actividades potencialmente contaminantes como las de E&P.

<sup>215</sup> La Capes fue creada por el Decreto 29741, de 11 de julio de 1951, con el objetivo de asegurar la formación de personal especializado en cantidad y calidad suficiente para atender las necesidades de las empresas

Gracias al esfuerzo conjunto del MEC y el MCTI (mediante sus respectivas instituciones de fomento, CNPq y Capes), en 2011 fue lanzado el programa Ciencia sin Fronteras (*Ciência sem Fronteiras*). Esta iniciativa busca promover la consolidación, expansión e internacionalización de la ciencia, la tecnología y la innovación de Brasil a través de programas de movilidad internacional<sup>216</sup>. Hasta enero de 2016, el programa concedió más de 92 000 becas de estudio de grado y postgrado<sup>217</sup>. En el capítulo 9 mostraremos que el sector petrolero ha contribuido a financiar el programa Ciencia sin Fronteras.

Para concluir, el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) es una empresa pública federal vinculada al Ministerio del Desarrollo, Industria y Comercio Exterior (*Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior*, MDIC). El banco constituye el principal instrumento de financiación de largo plazo para la realización de inversiones en todos los sectores económicos<sup>218</sup>. El BNDES financia programas y proyectos en el sector petrolero condicionando los beneficiarios el cumplimiento de requisitos específicos<sup>219</sup>.

Dentro del programa PSI - Bienes de Capital (*PSI - Bens de Capital*) del BNDES existe una línea de financiación específica para la adquisición de bienes de capital con un tipo de interés reducido. Entre otros, este programa financia la producción y la adquisición de máquinas y equipamientos nuevos de fabricación nacional<sup>220</sup>. El BNDES financia también los astilleros brasileños para que inviertan en proyectos de modernización, construcción y reparación de navíos de apoyo marítimo para las actividades de E&P<sup>221</sup>.

---

públicas y privadas en el país. Véase: Capes, 2015. *História e missão*. Disponible en: <<http://www.capes.gov.br/historia-e-missao>>.

<sup>216</sup> La ANP puede autorizar las compañías petroleras a invertir en la concesión de becas dentro de este programa.

<sup>217</sup> Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2016. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019*.

<sup>218</sup> El BNDES fue instituido en junio de 1952 y tiene sede central en Río de Janeiro.

<sup>219</sup> Las principales líneas de financiación del BNDES en favor de los sectores de petróleo, gas natural y biocombustibles están dirigidas a: i) proyectos de expansión de la infraestructura de transporte; ii) proyectos de expansión de distribución; iii) ampliación de la capacidad productiva y la modernización de las unidades industriales; iv) financiación para la adquisición de bienes de capital; y v) apoyo a la importación de máquinas y equipamientos sin similar nacional.

<sup>220</sup> Otro instrumento del BNDES relevante para el desarrollo tecnológico es el Fondo Tecnológico (*Fundo Tecnológico*, Funtec). El Funtec financia proyectos de investigación aplicada ejecutados por institutos tecnológicos en conjunto con empresas; esos proyectos miran a estimular al desarrollo tecnológico y la innovación de interés estratégico para el país y reciben apoyo directo del BNDES (en la modalidad no reembolsable y limitada a un 90 % del valor total del proyecto).

<sup>221</sup> En este caso la financiación del BNDES es vehiculada a través del Fondo de la Marina Mercante (*Fundo da Marinha Mercante*, FMM). El FMM es un fondo de naturaleza contable administrado por el Ministerio de los Transportes (*Ministério dos Transportes*). El FMM financia obras de construcción, modernización y reparación de navíos en los astilleros nacionales. En 2007-2014 el FMM ha desembolsado en total BRL 25 000 millones generando contratos de financiación por BRL 50 500 millones (ABENAV, 2015).

Cabe resaltar que a partir del primer mandato presidencial de Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2006), el gobierno nacional ha empujado al BNDES a sostener financieramente el sector petrolero. Dicha financiación ha pasado de BRL 1552 millones en 2006 a un valor acumulado de BRL 58 119 millones en 2013 (Matos Huet de Bacellar, 2014). Además, en 2010 el BNDES posibilitó una enorme capitalización de Petrobras por BRL 24 750 millones.

#### **5.4 LA AGENCIA NACIONAL DEL PETRÓLEO, GAS NATURAL Y BIOCOMBUSTIBLES (ANP)**

La Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (*Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*, ANP) fue creada por la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997 (*lei do petróleo*), e implantada por el Decreto 2455, de 14 de enero de 1998. La ANP es un órgano federal vinculado al MME que posee personalidad jurídica de derecho público y autonomía patrimonial, administrativa y financiera (autarquía federal especial)<sup>222</sup>. La agencia se ocupa de la regulación, la contratación y la fiscalización de las actividades realizadas en los sectores de petróleo, gas natural y biocombustibles.

La ANP fiscaliza el cumplimiento de los contratos de concesión de E&P. Estos acuerdos dividen la fase de exploración en dos períodos de tres años. En cada etapa las compañías petroleras concesionarias tienen la obligación a cumplir un programa de exploraciones que incluye la adquisición de datos geológicos y sísmicos y la perforación de pozos<sup>223</sup>. En un período de dos a ocho años las concesionarias adquieren y estudian los datos sobre bloques exploratorios para evaluar su viabilidad comercial<sup>224</sup>.

---

<sup>222</sup> La ANP posee una Dirección (*Diretoria*) compuesta por cuatro directores y un director general que se reúnen semanalmente para emitir resoluciones y decidir sobre diversas cuestiones. Los directores y el director general están vinculados con diferentes unidades organizativas de la ANP. El director general es nombrado por el Presidente de la República. Cabe a la Diretoria la edición de las resoluciones de la ANP (normas que regulan el funcionamiento del mercado de petróleo y combustibles en el país), el juzgado sobre la aplicación de multas y penas administrativas y la resolución de peticiones entre actores económicos y consumidores. Además de este órgano, la ANP está constituida por divisiones internas que se ocupan de diferentes áreas, las Superintendencias (*Superintendências*).

<sup>223</sup> El pasaje de un período a otro requiere el cumplimiento de las actividades exploratorias fijadas en el período anterior. En el caso de que hubiese un descubrimiento de petróleo y gas, los concesionarios tienen la prerrogativa de proponer a la ANP un plan de evaluación del descubrimiento (*plano de avaliação da descoberta*). Al final de la ejecución de ese plan, los concesionarios tienen la prerrogativa de declarar la comerciabilidad del descubrimiento (*declaração de comerciabilidade*), que comprueba la viabilidad económica del campo petrolero para luego iniciar la fase de producción. A partir de esa declaración, inicia el plan de desarrollo y producción, que en el caso de explotaciones marítimas es de 27 años con posibilidad de prórroga.

<sup>224</sup> En caso de éxito, las compañías someten a la ANP un plan de desarrollo que incluye una propuesta de trabajo y una previsión de inversión para empezar la producción. En ese ámbito, la ANP promueve estudios geológicos y geofísicos de potencial petrolífero y mantiene la base de datos de las áreas de exploración petrolífera.

La ANP subsidia el CNPE en las decisiones sobre los bloques a ser ofrecidos en las rondas de licitación para la E&P<sup>225</sup>. Más en concreto, la agencia reguladora promueve las licitaciones y firma los contratos en nombre de la Unión Federal para otorgar las concesiones<sup>226</sup>. El régimen contractual de concesión fue introducido con la reforma del sector petrolero, en 1997, para abrir el mercado a la competición. No obstante, cabe resaltar que la ANP promovió una ronda de licitación *ad hoc* (la “ronda cero”) para ratificar, sin licitación, los derechos de Petrobras en forma de contratos de concesión sobre los campos petroleros que se encontraban en producción en el día de entrada en vigor de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997<sup>227</sup>.

Hasta la fecha han sido realizadas catorce rondas de licitación, de las cuales trece en régimen de concesión y una en régimen de partición de producción<sup>228</sup>. Es importante destacar que Petrobras se ha adjudicado una cuota muy elevada de las ofertas ganadoras (un 46,3 % en promedio), aunque sí nuevos operadores han entrado gradualmente en el sector (tabla abajo).

---

<sup>225</sup> El CNPE autoriza la realización de una ronda de licitación por medio de una resolución publicada en el *Diário Oficial da União*. La ANP gestiona el proceso a través de una superintendencia interna.

<sup>226</sup> Además, la ANP promueve sesiones públicas de información y define los detalles de los contratos. La ANP es responsable también por la medición de la producción de petróleo y gas, que es indispensable para el cálculo de los valores de las participaciones gubernamentales.

<sup>227</sup> Con respecto a los bloques en que Petrobras había realizado descubrimientos comerciales o había promovido inversiones en exploración, la ANP aseguró a la compañía sus derechos por tres años para continuar la exploración y el desarrollo (se estableció que en caso de éxito la empresa podía proseguir con la producción). En agosto de 1997, la ANP y Petrobras firmaron 397 contratos de concesión, de los cuales 115 sobre bloques en exploración, 51 relativos a campos en desarrollo y 231 sobre campos en producción. La “ronda cero” denomina el conjunto de negociaciones realizadas después de la promulgación de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997, que fueron consolidadas en el 6 de agosto de 1998. Véase: *Diário Oficial da União* n.º 236-E (tercera sección), de 9 de diciembre de 1998.

<sup>228</sup> En el capítulo 6 explicaremos las características de los dos regímenes contractuales.

**Tabla 5.1**  
**Rondas de licitación de la ANP**

Ronda	I	II	III	IV	V	VI	VII <sup>1</sup>	IX	X	XI	I P <sup>2</sup>	XII	XIII
Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2013	2013	2013	2015
Bloques ofrecidos	27	23	53	54	908	913	1134	271	130	289	1	240	266
Bloques adjudicados	12	21	34	21	101	154	251	117	54	142	1	72	37
Bloques concedidos	12	21	34	21	101	154	242	108	40	120	1	62	32
Bloques concedidos / bloques ofrecidos	44,4 %	91,3 %	64,2 %	38,9 %	11,1 %	16,9 %	21,3 %	39,9 %	30,8 %	41,5 %	100 %	25,8 %	12 %
Ofertas ganadoras con Petrobras	5	7	15	8	87	103	95	27	26	5	1	49	n.d. <sup>3</sup>
Ofertas ganadoras sin Petrobras	7	14	19	19	14	51	156	90	28	17	0	23	37
Ofertas ganadoras con Petrobras / ofertas ganadoras totales	41,7 %	33,3 %	44,1 %	29,6 %	86,1 %	66,9 %	37,8 %	23,1 %	48,1 %	22,7 %	100 %	68,1 %	0 %
Empresas participantes	42	48	44	33	14	27	45	66	43	68	11	25	38
Empresas ganadoras	11	16	22	14	6	19	30	36	17	30	5	12	17
Empresas ganadoras nacionales	1	4	4	4	2	7	14	20	12	12	1	8	11
Empresas ganadoras extranjeras	10	12	18	10	4	12	16	16	5	18	4	4	6
Nuevos operadores	6	6	8	5	1	1	6	11	2	6	2	1	3
Bonus de contratación (BRL millones)	321,7	468,3	594,9	92,4	27,4	665,2	1085,8	2109,4	89,4	2823,2	15 000	165,2	121,1
Programa Exploratorio Mínimo (BRL millones)	n.a. <sup>4</sup>	n.a. <sup>4</sup>	n.a. <sup>4</sup>	n.a. <sup>4</sup>	363,5	2046,8	1797,4	1367,4	611,1	6902,4	610,9	503,5	216,0

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANP disponible en: <<http://www.brasil-rounds.gov.br/>>. Ver también Paz (2015). Notas: 1) La octava ronda, realizada en 2006, fue interrumpida por vía judicial y posteriormente fue cancelada por la ANP en 2009. Antes de la novena ronda, el CNPE decidió retirar 41 bloques de la licitación de la ANP debido al descubrimiento del Presal (campo Tupi, hoy Lula). 2) Primera ronda del Presal (en régimen de partición de producción). 3) no disponible. 4) no aplicable

Es importante destacar que, a partir del primer mandato del presidente Lula, empezado en 2003, la influencia del gobierno nacional sobre la ANP ha aumentado en coincidencia con objetivos de política energética e industrial. Estas restricciones pueden ser interpretadas como instituciones informales que acaban condicionando la estrategia del actor Petrobras (Silva, 2010; Paz, 2015). Por ejemplo, la octava ronda de licitación fue interrumpida por vía judicial y, posteriormente, fue cancelada, siendo que el CNPE retiró 41 bloques de la licitación. Eso ocurrió debido a que, a raíz del descubrimiento de un gigantesco campo petrolero en el Presal (Tupi, hoy Lula), el gobierno nacional reformó el marco regulador del sector para establecer una participación mínima de un 30 % de Petrobras en todos los bloques licitados en el Presal<sup>229</sup>.

Otra vía a través de que el gobierno nacional ha influido en la ANP ha sido a través de las condiciones y los objetivos establecidos por las rondas de licitación. Como explicaremos en el capítulo 6, en los contratos de concesión ha sido introducida una cláusula para obligar a las compañías petroleras a invertir en I+D en el país.

### 5.5 LAS ORGANIZACIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

En el capítulo 2 hemos destacado que en el proceso de desarrollo tecnológico intervienen no solo el Estado y las empresas sino también las organizaciones de ciencia y tecnología (OCT). El artículo n.º 2 de la Ley 10973, de 2 de diciembre de 2004 (*lei de inovação*), establece que una OCT es cualquier órgano o entidad de la administración pública que tenga por misión institucional, entre otras, ejecutar actividades de investigación básica o aplicada de carácter científico o tecnológico. Por otro lado, la Ley 13243, de 11 de enero de 2016, incluye en la definición de OCT también las personas jurídicas de derecho privado sin fines lucrativos. Por último, el Reglamento Técnico ANP 3/2015 contempla tanto las OCT públicas como las privadas. Haciendo hincapié en estas normativas, aquí entendemos que una OCT es una universidad o un centro de investigación público o privado.

Tras esta aclaración, es conveniente analizar una serie de indicadores seleccionados para definir el contexto general de las actividades de ciencia y tecnología en Brasil. En primer lugar, a partir de los años 2000 el gasto nacional en ciencia y tecnología (I+D más otras actividades) ha crecido paulatinamente hasta alcanzar un 1,74 % del PIB en 2013, siendo atribuible predominantemente al sector público (0,91 % del PIB). Por otra parte, el gasto nacional en

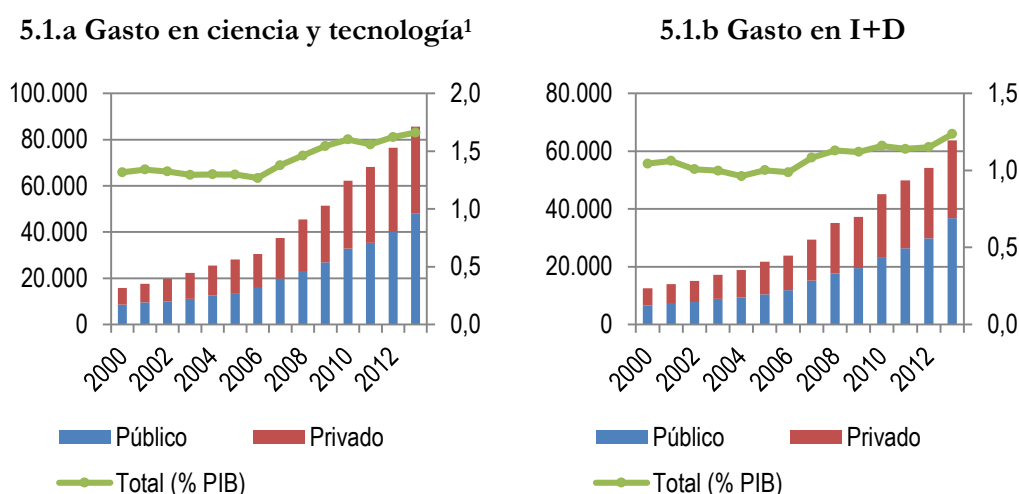
---

<sup>229</sup> Profundizaremos en este asunto en el capítulo 6.

I+D correspondía a un 1,24 % del PIB en 2013, siendo financiado principalmente por el sector público (0,68 % del PIB) (gráfico abajo)<sup>230</sup>. Aunque este valor está por debajo de la media de los países de la OCDE (2,33 % del PIB) se sitúa por encima del promedio de América Latina y el Caribe (0,72 % del PIB)<sup>231</sup>. Cabe señalar que el objetivo del gobierno brasileño es aumentar el gasto nacional en I+D hasta llegar a un 2 % del PIB en 2019<sup>232</sup>.

**Gráfico 5.1**

**Gasto nacional en ciencia y tecnología y en I+D de Brasil (BRL millones y % del PIB)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI). Nota: los gastos en ciencia y tecnología incluyen los en I+D y los en otras actividades científicas y técnicas relacionadas con las de I+D. No hay datos disponibles posteriores a 2013. Los valores son en BRL corrientes. 1) Incluye al gasto nacional en I+D

En segundo lugar, en las últimas décadas ha ocurrido un incremento paulatino de las patentes solicitadas en Brasil, con una notable contribución de aquellas respaldadas por el Tratado de Cooperación en materia de Patentes<sup>233</sup>. A partir de 2010 Brasil se ha ido consolidando entre los diez mayores países al mundo por número de solicitudes de patentes<sup>234</sup>. Cabe destacar que se trata de un dato muy utilizado en la literatura económica, pero también

<sup>230</sup> El aumento del gasto público ha sido acompañado por un incremento significativo tanto de las becas públicas de estudio y formación, como del número de investigadores registrados en el CNPq. Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

<sup>231</sup> Fuentes: i) Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT): <<http://www.ricyt.org/indicadores>>. ii) OECD: <<http://www.oecd-ilibrary.org>>.

<sup>232</sup> Véase: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2016. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019*.

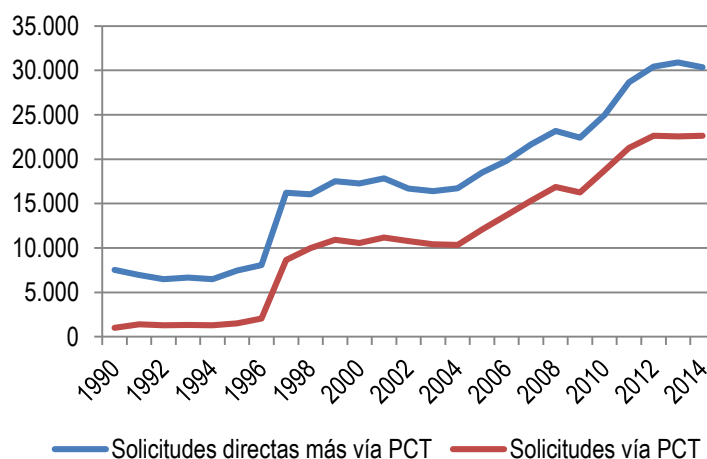
<sup>233</sup> El Tratado de Cooperación en materia de Patentes ofrece asistencia a los solicitantes que buscan protección internacional por patente para sus invenciones y asiste a las oficinas nacionales en las decisiones sobre el otorgamiento de patentes. Al presentar una solicitud internacional de patente según el PCT, los solicitantes tienen la posibilidad de proteger su invención a nivel mundial en todos los países adherentes (en 2016 estos países eran 148).

<sup>234</sup> Fuente: base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

muy criticado por su confiabilidad para explicar el desempeño innovador de las firmas (Archibugi, 1992). El depósito de patentes puede reflejar más bien una decisión de las firmas de proteger activos estratégicos para sus negocios; por ende, más adelante profundizaremos en el tema de las patentes en el sector petrolero.

Gráfico 5.2

## Número de patentes solicitadas en Brasil (1990-2014)



Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Nota: PCT = Tratado de Cooperación en materia de Patentes

En tercer lugar, el número de investigadores y personas de apoyo ocupados en actividades de I+D a tiempo integral en Brasil ha venido aumentando de manera significativa: ha pasado aproximadamente de 133 000 a 267 000 unidades entre 2000 y 2010<sup>235</sup>. En 2010, en el país trabajaban 1,48 investigadores por cada 1000 ocupados, una ratio inferior a la media OCDE (7,78) pero muy por encima de la media de América Latina y el Caribe (0,79)<sup>236</sup>.

En cuarto lugar, el número de artículos brasileños publicados en periódicos científicos indexados ha aumentado considerablemente en los últimos años. De acuerdo con la clasificación *Scimago Journal & Country Rank*, el número de publicaciones brasileñas se ha incrementado de 8784 unidades, en 1996, a 61 122, en 2015. Eso ha sido acompañado por una

<sup>235</sup> Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

<sup>236</sup> Fuentes: i) Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), disponible en: <<http://www.ricyt.org/indicadores>>. ii) OCDE, disponible en: <[http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators\\_2304277x](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators_2304277x)>.



mejora notable de la posición internacional de Brasil en las publicaciones científicas (de la 21ª a la 13ª)<sup>237</sup>.

Por último, en 2016 Brasil ocupaba la 69ª posición entre los 128 países clasificados en el Índice de Innovación Global (*Global Innovation Index*), siendo 17º en el grupo de países de renta medio-alta y 7º en América Latina<sup>238</sup>.

En síntesis, los datos ilustrados aquí muestran que en los últimos años ha ocurrido una expansión significativa de las actividades de ciencia y tecnología en Brasil. Cabe ahora preguntarse qué papel las OCT han tenido en el desarrollo científico y tecnológico vinculado con el sector petrolero; abordaremos el asunto en el capítulo 9.

## **5.6 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO**

A partir de lo expuesto en este capítulo, podemos plantear los argumentos relevantes para nuestra investigación. La explotación de recursos naturales en Brasil tuvo un papel determinante en la formación económica del país desde los albores del período colonial. Sin embargo, el sector petrolero no ha seguido el mismo modelo primario-exportador que ha condicionado el aprovechamiento de otros productos básicos domésticos. El Estado brasileño se ha apoderado de los recursos petroleros a través de la creación de Petrobras, que ha operado en monopolio por más de cuatro décadas.

El Estado ha intervenido en la administración y gestión de Petrobras para utilizarla como instrumento de política energética y de política industrial. En las primeras décadas de actividad, el gobierno federal empujó a los directivos de la compañía a invertir en nuevas exploraciones para asegurar la autosuficiencia energética nacional. Además, la dirección estratégica del Estado promovió la integración vertical de la compañía y su transformación en conglomerado.

A partir de mitad de los años noventa en el contexto de las políticas recomendadas por el Consenso de Washington, el gobierno brasileño implementó una profunda reforma del marco institucional del sector petrolero para abrirlo al mercado. No obstante, el Estado ha conservado

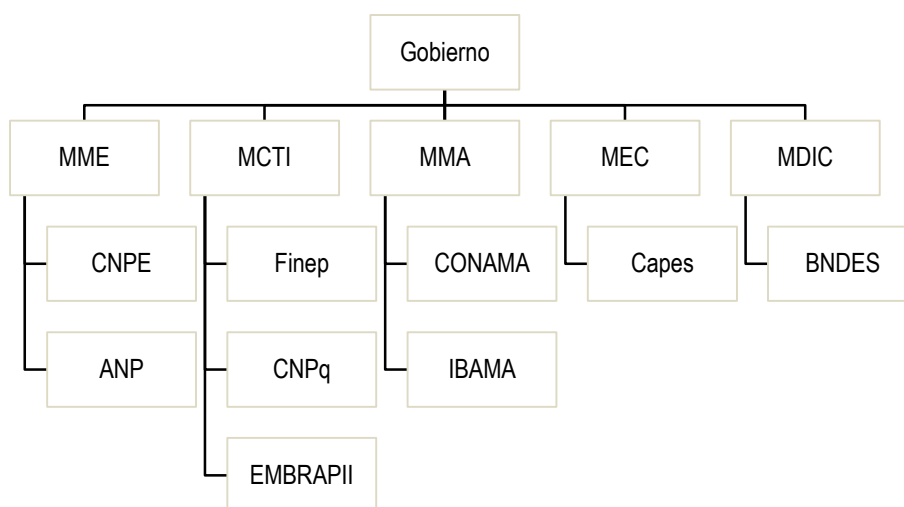
---

<sup>237</sup> Además, los artículos indexados en Scopus han crecido de 8609 en 1996 (0,8 % del total mundial) a 53 083 en 2012 (2,45 % del total mundial). Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

<sup>238</sup> El *Global Innovation Index* es un índice que pretende capturar las diferentes vertientes de la innovación a través de un conjunto de indicadores ponderados por cada país. Fuente: Dutta, S., Lanvin, B. y Wunsch-Vincent, S., 2015. *The Global Innovation Index 2016. Winning with global innovation*. Cornell University, INSEAD; Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

una cuota mayoritaria en el capital de Petrobras con derecho de voto, esto es, no ha aplicado por completo los preceptos neoliberales. Eso le ha permitido mantener el control estratégico sobre la administración y gestión de la compañía que ha sido ejercido desde la etapa del monopolio. A lo largo del proceso histórico, diversos órganos del Estado han asumido responsabilidades concretas en el sector petrolero brasileño (gráfico abajo)<sup>239</sup>.

**Gráfico 5.3**  
**Actores públicos implicados en el sector petrolero brasileño**



Fuente: elaboración propia. Notas: ANP = Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles; BNDES = Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social; Capes = Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior; CONAMA = Consejo Nacional Del Medio Ambiente; CNPE = Consejo Nacional de Política Energética; CNPq = Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico; EMBRAPII = Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial; Finep = Financiadora de Estudios y Proyectos; IBAMA = Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables; MCTI = Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; MDIC = Ministerio del Desarrollo, Industria y Comercio Exterior; MEC = Ministerio de la Educación; MMA = Ministerio del Medio Ambiente; MME = Ministerio de Minas y Energía

La agencia reguladora del sector petrolero (ANP) desempeña un rol primordial. A partir del primer mandato presidencial de Lula da Silva, la influencia del gobierno nacional sobre la ANP ha aumentado en coincidencia con objetivos de política energética y política industrial. A través del CNPE, el MME ha influido en las condiciones contractuales establecidas en las rondas de licitación para obligar las compañías petroleras a cumplir requisitos de inversión en I+D. A la ANP se le ha otorgado, entre otras, el mandato de promover el desarrollo tecnológico en torno al sector petrolero. Para ello, la agencia ha implementado algunos mecanismos institucionales que, por su pertinencia con nuestro estudio, serán analizados en el capítulo 6.

<sup>239</sup> Cabe añadir que hay otros actores públicos a nivel estadual y municipal que tienen intereses en el sector petrolero, especialmente en términos de recaudación y gestión de las regalías.

Nuestros resultados muestran que Petrobras se ha adjudicado una cuota muy elevada de las ofertas ganadora en las rondas de licitación. Debido a la posición hegemónica de la compañía en el sector petrolero, el Estado brasileño ha podido contar con un instrumento para implementar sus políticas. El Estado ha mantenido una influencia estratégica en Petrobras no sólo a través del control formal del capital votante sino también a través de las restricciones impuestas tanto a la ANP, para modificar las condiciones de las rondas de licitación, como al BNDES, para aprobar una consistente capitalización de la compañía nacional.

Para completar el estudio de los actores implicados en el sector petrolero brasileño hemos investigado las OCT, esto es, universidades y centros de investigación públicos o privados. Nuestros resultados indican que en la última década ha ocurrido una paulatina expansión de las actividades científicas y tecnológicas en Brasil. Por tanto, cabe preguntarse: ¿a través de qué mecanismos institucionales las OCT han sido implicadas en el fomento del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño? En el próximo capítulo contestaremos la pregunta investigando otro factor que en nuestra propuesta analítica hemos considerado determinante del desarrollo tecnológico: el marco institucional.

## MARCO INSTITUCIONAL DEL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO

**E**ste capítulo concluye el estudio de los factores determinantes del desarrollo tecnológico analizando el rol del marco institucional. En concreto, vamos a determinar y valorar los mecanismos institucionales que condicionan el desarrollo tecnológico en el caso brasileño.

Comenzaremos por exponer el marco regulador general del sector petrolero brasileño (6.1). Posteriormente, profundizaremos en los mecanismos específicos que han sido implementados para promover el desarrollo tecnológico en ese sector: i) el Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural (*Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural*, CT-PETRO); ii) el Programa de Recursos Humanos de la ANP (*Programa de Recursos Humanos da ANP*, PRH-ANP); y iii) la cláusula de I+D de la ANP (6.2, 6.3 y 6.4). Por último, abordaremos los derechos de propiedad intelectual (6.5) y otras instituciones relevantes para el estudio del caso brasileño (6.6). Finalizaremos el capítulo con una discusión de las conclusiones sobre el marco institucional (6.7).

### 6.1 LA REGULACIÓN DEL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO

La Constitución de la República Federativa del Brasil de 1988 establece unas normas generales aplicables al sector petrolero nacional. En primer lugar, el párrafo primero del artículo n.º 20 otorga a los estados federales, al Distrito Federal, a las municipalidades y a las autoridades administrativas de la Unión Federal la participación en los resultados de la explotación de petróleo, gas y otros recursos naturales<sup>240</sup>.

Segundo, el artículo n.º 173 establece que la explotación directa de la actividad económica por parte de un estado federal es permitida solo cuando es necesaria a fines de seguridad nacional o de interés colectivo (y solo a través de una empresa pública o de capital mixto).

---

<sup>240</sup> La República Federativa del Brasil es actualmente constituida por la Unión de 27 Unidades Federales (entidades subnacionales autónomas): 26 estados y el Distrito Federal, donde se localiza la capital federal del país, Brasilia.

Tercero, el apartado primero del artículo n.º 176 determina que las actividades de búsqueda y prospección de recursos minerales pueden ser realizadas solo bajo autorización o concesión por la Unión Federal, en el interés nacional, a brasileños o empresas constituidas bajo leyes brasileñas y con sede administrativa en el país<sup>241</sup>. En definitiva, la filial de una empresa con capital 100 % extranjero puede realizar actividades de E&P bajo la simple condición de tener una sede administrativa en Brasil.

Y cuarto, el artículo n.º 177 establece el monopolio de la Unión Federal en la búsqueda, extracción, refino, importación, exportación, transporte, enriquecimiento y reprocesamiento de petróleo, gas natural y recursos minerales. Por efecto de la Enmienda Constitucional 9, de 9 de noviembre de 1995, la Unión tiene el monopolio en la contratación de empresas estatales o *privadas* para la realización de las actividades previstas en dicho artículo, incluyendo la búsqueda y labra de petróleo, gas natural y otros hidrocarburos fluidos.

En otros términos, la enmienda permitió la apertura al mercado del sector petrolero. Posteriormente, la promulgación de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997 (*lei do petróleo*), determinó la quiebra formal del monopolio estatal. Dicha ley instituyó el régimen contractual de concesión, en base a que la conclusión de todo contrato para la realización de actividades de exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas debe ser precedida por una licitación basada en el mecanismo de subasta<sup>242</sup>.

En ámbito fiscal, el Decreto 2705, de 3 de agosto de 1998, establece que las actividades de exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas ejercidas en régimen de concesión están sujetas al pago de las siguientes participaciones gubernamentales: i) bonus de contratación (*bônus de assinatura*); ii) regalías (*royalties*); iii) Participación Especial (aplica a los campos de gran tamaño); y iv) pago por la ocupación o retención del área explotada<sup>243</sup>.

---

<sup>241</sup> Se trata de una disposición introducida por la Enmienda Constitucional 6, de 15 de agosto de 1995.

<sup>242</sup> El criterio de asignación utilizado con más frecuencia es el bonus de contratación, que corresponde al montante ofrecido por la empresa que participa en la licitación (no pudiendo ser inferior al valor mínimo fijado por la ANP). Eso no es el único criterio considerado, pues las licitaciones de la ANP tienen en cuenta también otros aspectos: i) la presentación de un Programa Exploratorio Mínimo; ii) el porcentaje de contenido local que la compañía petrolera prevé alcanzar en relación con la E&P del área; y iii) la parte de lucro que la empresa oferente espera destinar al Estado (eso se aplica a los bloques en régimen contractual de partición de producción). Los derechos de explotación se otorgan a la empresa que cumple con los requisitos técnicos y financieros y que obtiene la mayor puntuación en base a los criterios establecidos en la licitación.

<sup>243</sup> La Ley 12734, de 30 de noviembre de 2012, ha redefinido los criterios para el cálculo de las participaciones gubernamentales aplicables a las actividades de E&P.

En tema ambiental, los decretos y las resoluciones de la ANP regulan los aspectos de seguridad y medio ambiente directamente en los contratos de concesión. Además, la Resolución del Consejo Nacional de Medio Ambiente (*Conselho Nacional Do Meio Ambiente*, CONAMA) n.º 237, de 19 de diciembre de 1997, establece que para realizar aquellas actividades que puedan afectar al medio ambiente es necesario obtener una licencia, así como cumplir ciertos requisitos<sup>244</sup>.

A partir de 2003, con la elección a presidente de Lula da Silva, se abrió una nueva fase política en que el gobierno nacional intentó recuperar y adaptar a la nueva realidad de la economía mundial algunos elementos de la estrategia desarrollista aplicada en las décadas anteriores (de los años cuarenta a los setenta) para lanzar una nueva estrategia nacional de desarrollo: el neodesarrollismo (*novo desenvolvimentismo*) (Bresser-Pereira, 2006, 2007)<sup>245</sup>.

En este nuevo contexto político retomó vigor la discusión sobre el papel de la política industrial. En 2004, fue lanzada la Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior (*Política industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior*, Pitce) con el objetivo de fortalecer y expandir la base industrial brasileña por medio de la mejora de la capacidad innovadora de las empresas domésticas. Sin embargo, la Pitce no incluyó entre los sectores estratégicos el sector petrolero.

En relación al sector petrolero, en 2005 fue inaugurado el Programa de Modernización de la Flota de Petroleros (*Programa de Modernização da Frota de Petroleiros*, Promef), un programa público cuyo objetivo es modernizar y expandir la flota de navíos de la empresa Transpetro (Petrobras Transporte S.A.), una subsidiaria de Petrobras que actúa como armadora<sup>246</sup>. A través

---

<sup>244</sup> El CONAMA es un órgano del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) del cual hablamos en el capítulo 5 de este trabajo. Conviene añadir que Brasil es signatario de algunas convenciones internacionales en tema de contaminación marítima que deben ser observadas por todas las empresas que realizan actividades de E&P mar adentro en el país.

<sup>245</sup> Para Bresser-Pereira (2007: 280) el neodesarrollismo es: “... *uma estratégia nacional de desenvolvimento que surge naturalmente como solução para a quase-estagnação de longa duração da economia brasileira e, ao mesmo tempo, é o conjunto de diagnósticos e de políticas e instituições que devem servir de base para a formulação dessa estratégia*”. Por ende, el neodesarrollismo sería tanto una estrategia nacional de desarrollo como un conjunto de ideas, instituciones y políticas que proponen la superación del estancamiento de larga duración que caracteriza específicamente la economía brasileña. Para Bresser-Pereira (ibid.), el neodesarrollismo constituye una estrategia, emergida en América Latina en los años 2000, alternativa respecto tanto al viejo desarrollismo (que caracterizó las estrategias de desarrollo en diversos países de América Latina entre los años treinta y ochenta del siglo XX), como a la ortodoxia convencional (inspirada en el Consenso de Washington a partir de finales de los años ochenta). Para Alves (2013) el neodesarrollismo es un nuevo modo de desarrollo capitalista que caracteriza la economía brasileña y un frente político inspirado por una estrategia de gobierno denominada lulismo (del nombre del presidente Lula). Para entender las características del lulismo, véase Singer (2012).

<sup>246</sup> Transpetro fue creada en junio de 1998 como subsidiaria de Petrobras. Hoy es la mayor procesadora brasileña de gas natural y es una de las empresas más destacadas de transporte y logística de combustible en Brasil (actúa aún en las operaciones de importación y exportación de petróleo, derivados, gas natural y etanol).

del Promef fueron contratados 23 nuevos barcos en la primera fase del programa (2005-2008) y 26 barcos en la segunda fase (2008-2019), por una inversión total de BRL 11 200 millones<sup>247</sup>.

La estrategia neodesarrollista determinó una mayor influencia gubernamental sobre la ANP, a través del CNPE, con respecto a las condiciones establecidas en las rondas de licitación. A partir de la quinta ronda, fueron introducidos requisitos de contenido local con el objetivo de fomentar el desarrollo y la competitividad de la industria proveedora<sup>248</sup>. En base a ellos, las compañías petroleras se comprometen a dar preferencia a la contratación de proveedores brasileños, siempre que sus ofertas presenten condiciones de precio, plazo y calidad más favorables o equivalentes a las de los proveedores extranjeros<sup>249</sup>.

Entre la primera y la cuarta ronda de licitación, ocurridas entre 1999 y 2002, el principal criterio adoptado para la adjudicación de los bloques exploratorios fue el valor del bonus de contratación ofrecido<sup>250</sup>; en otros términos, no se fijaba un requisito legal en términos de contenido local: cada empresa estaba libre de ofrecer un porcentaje mínimo. A partir de la quinta ronda, en 2003, otros dos criterios adquirieron relevancia en la evaluación de las ofertas.

El primer requisito establece que la compañía petrolera se comprometa a cumplir con un Programa Exploratorio Mínimo<sup>251</sup>. En cuanto al segundo requisito, en la quinta y en la sexta ronda la ANP fijó solo los límites mínimos de contenido local, con algunas diferencias en base

---

<sup>247</sup> Los barcos fueron encomendados todos a astilleros con sede en Brasil, con un requisito de contenido local de un 65 % en la primera fase del programa y un 70 % en la segunda fase. El primer barco fue entregado en 2012 y otros siete fueron entregados antes de 2015. Las provisiones de entrega hasta 2019 han sido atrasadas a causa de la reciente crisis financiera de Petrobras.

<sup>248</sup> La Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010, establece que el contenido local es la “... proporción entre el valor de los bienes producidos y de los servicios prestados en el país para la ejecución del contrato y el valor total de los bienes utilizados y de los servicios para esa finalidad” (artículo n.º 2.VIII). Nota: la traducción es nuestra. Los requisitos aplican a todos los regímenes contractuales: concesión, partición de producción y cesión onerosa.

<sup>249</sup> En los casos en que no existe un proveedor local, o una tecnología no está disponible, o los precios y/o plazos son excesivos, la empresa puede solicitar una exención (*wavier*) a la ANP (la exención no es aplicable al compromiso global, sino apenas en las categorías de productos por las cuales solicita la exención). El contenido local es comprobado a la ANP presentando un certificado específico (reglamentado por la Resolución ANP 19/2013). La ANP establece una metodología oficial para el cálculo y la certificación del contenido local (*cartilha*), que es obligatoria desde 2007. El incumplimiento con los porcentajes obligatorios mínimos (o con los propuestos de forma voluntaria) implica la aplicación de penalidades a la empresa concesionaria.

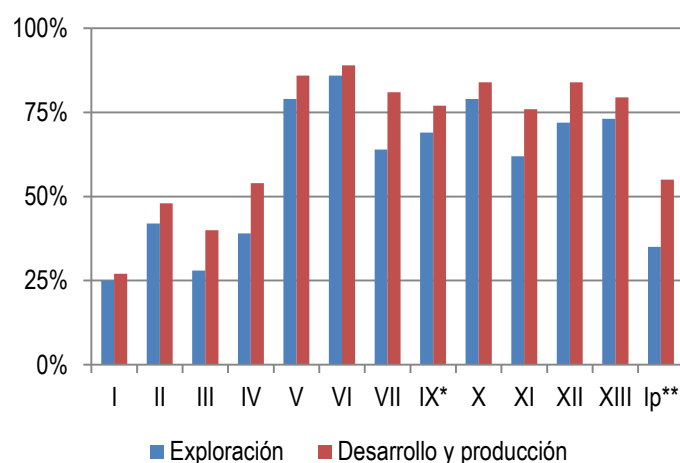
<sup>250</sup> En concreto, ganaba la empresa cuya oferta obtenía la mayor nota, en la cual ese bonus correspondía a un 85 % de la puntuación total; el restante 15 % de la calificación derivaba del compromiso de la empresa de comprar bienes y servicios locales en las fases de exploración (3 %) y desarrollo (12 %).

<sup>251</sup> La empresa que no alcanza los objetivos indicados en el Programa Exploratorio Mínimo está obligada al pago de unas cuotas fijadas en el contrato. En la quinta y en la sexta ronda ese programa constituyó un 30 % de la nota final obtenida por las empresas participantes; en las rondas siguientes, hasta la décima, ese porcentaje pasó a un 40 % (el mismo peso atribuido al bonus de contratación).

a las características de cada bloque (variando entre un 30 % y un 50 %)<sup>252</sup>. A partir de la séptima ronda, en 2005, las empresas participantes fueron obligadas a presentar una oferta que estuviera dentro de los umbrales mínimo y máximo de contenido local establecidos en las licitaciones para cada bien y servicio contratado (gráfico abajo).

**Gráfico 6.1**

**Porcentajes de contenido local establecidos en las rondas de licitación de la ANP  
(fase de exploración y fase de desarrollo y producción)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANP. Notas: \*) La octava ronda fue interrumpida por vía judicial en 2006 y fue cancelada por la ANP en 2009. Antes de la novena ronda, el CNPE decidió retirar 41 bloques de la licitación de la ANP debido al descubrimiento del Presal (campo Tupi, hoy Lula). \*\*) Primera ronda del Presal (en régimen contractual de partición de producción). En esta ronda fue establecido un límite mínimo de contenido local entre un 15 % y un 37 % para la fase de exploración y, para la fase de desarrollo, entre un 55 % aplicable hasta 2021, y un 59 % a partir de 2022 (Resolución CNPE n.º 5, de 24 de junio de 2013)

A pesar de la introducción de requisitos de contenido local, estudios posteriores han mostrado que el segmento industrial más dinámico desde el punto de vista tecnológico relacionado con el sector petrolero brasileño está constituido por las filiales de empresas transnacionales que suministran productos de alta complejidad tecnológica (De Oliveira, 2010). El caso de la construcción de la plataforma petrolífera P-51 es muy ilustrativo: los pequeños proveedores domésticos participaron en el proyecto contribuyendo apenas a las actividades que requieren un aprendizaje elemental, mientras que los bienes y servicios de alto contenido tecnológico fueron suministrados por empresas extranjeras que importaron tecnología desde el extranjero (Ribeiro y Furtado, 2014).

<sup>252</sup> Las empresas participantes en las rondas pudieron comprometerse voluntariamente en ofrecer porcentajes adicionales de contenido local para determinadas actividades indicadas en la licitación.



Por otra parte, las compañías petroleras presentes en Brasil encontraron crecientes obstáculos para cumplir con dichos requisitos. En 2015 algunas compañías recibieron multas muy elevadas por incumplimiento del contenido local<sup>253</sup>. A partir de eso, se abrió un intenso debate sobre la revisión de los requisitos y el gobierno brasileño aprobó el Decreto 8637, de 15 de enero de 2016, mediante el que fue instituido el Programa de Estímulo a la Competitividad de la Cadena Productiva, al Desarrollo y al Perfeccionamiento de Proveedores del Sector de Petróleo y Gas Natural (*Programa de Estímulo à Competitividade da Cadeia Produtiva, ao Desenvolvimento e ao Aprimoramento de Fornecedores do Setor de Petróleo e Gás Natural*, Pedefor). El Pedefor es un programa público que flexibiliza los requisitos de contenido local otorgando a las compañías petroleras una especie de créditos (*unidades de conteúdo local*) que pueden ser usados para compensar los porcentajes de contenido local alcanzados<sup>254</sup>.

Es importante resaltar que el descubrimiento del Presal ha alentado cambios en el marco regulador. En primer lugar, en 2008 fue lanzada la Política de Desarrollo Productivo (*Política de Desenvolvimento Produtivo*). A través de ella, el sector petrolero fue insertado por primera vez en un programa industrial con metas definidas. Petrobras asumió la gestión y dirección de esa iniciativa, esto es, la compañía fue utilizada plenamente por el gobierno con fines de política industrial.

Segundo, siete bloques exploratorios fueron asignados en cesión onerosa (*cessão onerosa*) a Petrobras: en base a la Ley 12276, de 30 de junio de 2010, la Unión Federal fue autorizada a ceder onerosamente (sin licitación) a la compañía petrolera nacional el ejercicio de las actividades de E&P en algunas áreas del Presal<sup>255</sup>.

Tercero, la Ley 12304, de 2 de agosto de 2010, creó la *Empresa Brasileira de Administração de Petróleo e Gás Natural S.A. - Pré-Sal Petróleo S.A.* (PPSA). La PPSA es una empresa pública federal vinculada al Ministerio de Minas y Energía (MME) cuyas funciones son la gestión de los

---

<sup>253</sup> Un estudio del IPEA ha evidenciado que diversos proveedores de equipamientos brasileños ofrecen precios y tiempos de entrega superiores a los disponibles en el mercado internacional (Pinto Júnior y Iooty, 2010).

<sup>254</sup> La obtención de los beneficios del Pedefor será evaluada por un nuevo comité (formado por representantes del gobierno, la ANP, el BNDES y la Finep). El Pedefor ha incluido por primera vez en el cálculo del contenido local los gastos para la compra de equipamientos brasileños utilizados en proyectos ejecutados en el exterior, con el objetivo de incentivar los proveedores a exportar.

<sup>255</sup> La cesión onerosa producirá efectos hasta que Petrobras extraiga el número de barriles de petróleo equivalente definido en el respectivo contrato de cesión, no pudiendo ese número exceder 5000 millones boe.

contratos de partición de producción (*partilha de produção*), que vamos a explicar en el siguiente párrafo, así como la comercialización en nombre de la Unión Federal<sup>256</sup>.

Cuarto, la Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010 (*lei do pré-sal*), instituyó un régimen contractual de partición de producción para los yacimientos localizados en el Presal y en otras áreas de relevancia estratégica<sup>257</sup>. En ese marco, cada compañía petrolera realiza las actividades de E&P asumiéndose los riesgos asociados; por otro lado, la empresa recibe una parte del petróleo producido como compensación de los costos sostenidos, mientras que la parte remanente es asignada al Estado. Dicha ley estableció a Petrobras como operadora única con una participación mínima de un 30 % en cada bloque licitado en el Presal.

El régimen contractual de partición de producción trae consistentes ventajas para el Estado por las siguientes razones. En primer lugar, cuando hay un alto riesgo exploratorio es preferible adoptar un sistema de concesión puesto que la propiedad del petróleo y el gas encontrados se asigna al concesionario para compensarlo de ese riesgo; sin embargo, en el Presal las condiciones geológicas son conocidas y el índice de éxito exploratorio en esta área es muy elevado. Segundo, el coste medio de extracción en el Presal en el primer trimestre de 2016 fue USD 7,6 por boe, en fuerte caída respecto a USD 10,4 por boe de 2010 y muy inferior respecto al promedio del sector petrolero brasileño (USD 15 por boe)<sup>258</sup>. Y tercero, la productividad media de los pozos del Presal es más de tres veces superior a la del Golfo de México y casi seis veces mayor a la del Mar del Norte (Petrobras, 2015c)<sup>259</sup>.

A pesar de estas ventajas, la explotación del Presal demanda una inversión de USD 20-23 por boe y, siendo que las reservas en esta área son enormes, es necesario que Petrobras disponga de una capacidad financiera notable para poder aprovecharlas. Dado que en los últimos años la situación financiera de Petrobras obstaculizaba su participación como

---

<sup>256</sup> La creación de la PPSA ocurrió con la publicación del Decreto 8063, de 1 de agosto de 2013. Es competencia de la PPSA monitorizar y auditar la ejecución de proyectos de E&P, los costos y las inversiones relacionadas con los contratos de partición de producción.

<sup>257</sup> A finales de 2016, casi un 98 % del área del Presal estaba sujeta al régimen contractual de contratos de concesión; apenas un 2 % estaba sujeta al régimen contractual de partición de producción.

<sup>258</sup> El coste medio de extracción era USD 8,3 por boe en 2015 y USD 9,1 en 2014. Fuente: Petrobras, 2016. *Nossa produção de petróleo no pré-sal ultrapassa 1 milhão de barris por dia*. 3/6/2016. Disponible en: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/nossa-producao-de-petroleo-no-pre-sal-ultrapassa-1-milhao-de-barris-por-dia.htm>>. Véase también: Petrobras, 2016. *Café da manhã com analistas*. 10/6/2016.

<sup>259</sup> Cabe destacar que, para alcanzar una producción de 500 000 bd, Petrobras tardó 31 años la primera vez que ocurrió (en 1984) y 21 años en la cuenca de Campos (en 1995). Por otra parte, en el Presal la compañía alcanzó ese objetivo en tan solo ocho años (en 2014), con apenas 25 pozos productores.

operadora única en el Presal<sup>260</sup>, el gobierno de Dilma Vana Rousseff ha instado a la ANP a suspender la apertura de una segunda ronda de licitación en el Presal.

No obstante, tras la destitución (*impeachment*) de Rousseff, en noviembre de 2016 el congreso brasileño ha aprobado el proyecto de ley 4567/16 por el cual ha modificado la Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010, eliminando la participación obligatoria de Petrobras como operadora única en el Presal. Aunque no podemos prever los efectos futuros de un posible ingreso de otras compañías petroleras como operadoras en el Presal, conviene destacar que la operadora toma decisiones estratégicas para el desarrollo tecnológico vinculado a la explotación de los campos petroleros<sup>261</sup>.

Para concluir, conviene destacar que en 2011 el gobierno nacional promovió el Plan Brasil Mayor (*Plano Brasil Maior*) a través del cual estableció la política industrial, tecnológica, de servicios y comercio exterior para el período 2011-2014. El Plan mantuvo las líneas de la Política de Desarrollo Productivo: las medidas para el sector petrolero consistieron en meras exoneraciones tributarias y crédito subsidiado.

En este marco, fue extendido el Régimen aduanero de exportación e importación de bienes destinados a la exploración y a la producción de petróleo y gas natural (*Regime aduaneiro especial de exportação e importação de bens destinados à exploração e à produção de petróleo e gás natural*, Repetro), un régimen aduanero especial que autoriza la importación y la exportación de determinados bienes destinados a las actividades de E&P con suspensión de impuestos federales<sup>262</sup>.

Tras haber esclarecido el marco regulador general del sector petrolero, conviene ahora abordar los mecanismos institucionales que han sido introducidos por el Estado brasileño para fomentar el desarrollo tecnológico en el sector: el fondo sectorial CT-PETRO, el PRH-ANP y la cláusula de I+D de la ANP.

---

<sup>260</sup> En 2015 Petrobras tuvo una pérdida neta récord de BRL 34 836 mil millones y, a finales del mismo año, la compañía tenía un endeudamiento neto de BRL 392 mil millones.

<sup>261</sup> Establecer Petrobras como operadora única es conveniente en la medida que el operador posee el poder de decisión y elaboración sobre el entero proyecto de ingeniería que será aplicado; eso implica influir en las decisiones sobre el proyecto conceptual y básico, el planeamiento de las inversiones y de las operaciones, la logística, la compra de equipamientos y materiales, la demanda de servicios de construcción y montaje y otras actividades que constituyen el amplio conjunto de ingenierías necesarias para la producción petrolera.

<sup>262</sup> El Repetro fue instituido por el Decreto Presidencial 3161, de 2 de septiembre de 1999 (revocado) con base en la Ley 9430, de 27 de diciembre de 1996. El Repetro está actualmente regulado por el Decreto Presidencial 6759, de 5 de febrero de 2009.

## 6.2 EL FONDO SECTORIAL DEL PETRÓLEO Y EL GAS NATURAL (CT-PETRO)

En Brasil, así como en otros países de América Latina, las políticas de ciencia y tecnología atravesaron etapas diferentes a lo largo del siglo XX (Sagasti, 2011). Las primeras experiencias en la región remontan a los años cincuenta cuando diversos países construyeron las bases para crear universidades y centros de investigación públicos de apoyo a las estrategias de industrialización sustitutiva. En este período, predominaba una concepción lineal de la ciencia y la tecnología, esto es, se planteaba que el mero fomento público de la actividad científica alentara el desarrollo tecnológico. Esta visión favoreció un consenso en torno a la necesidad de políticas basadas en la oferta, esto es, iniciativas a través de que el Estado financie programas de apoyo a la actividad científica doméstica (e.g. vía incentivos fiscales a la I+D).

En los años cincuenta Brasil fue pionero en América Latina en constituir una estructura pública dedicada al fomento de la ciencia y la tecnología: en el capítulo 5 hemos destacado las funciones del CNPq, la Capes y la Finep. En particular, el país fue el primero en crear un fondo nacional dedicado al desarrollo científico y tecnológico doméstico: el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (*Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, FNDCT), constituido por el Decreto Ley 719, de 31 de julio de 1969.

Durante los años setenta emergieron críticas al paradigma lineal de la ciencia y la tecnología justificadas por los pobres resultados obtenidos por las políticas anteriores. Se empezó, pues, a discutir la necesidad de consolidar los instrumentos de políticas de ciencia y tecnología bajo la dirección de una única agencia pública especializada (Melo y Rodríguez-Clare, 2006). Sin embargo, a partir de los años ochenta, con el ascenso del consenso neoliberal favorable a una reducción del intervencionismo estatal, en América Latina se abrió una fase de ajuste y transformación de las políticas de ciencia y tecnología.

Así pues, en la región tomaron relevancia políticas basadas en la demanda, esto es, iniciativas orientadas a fomentar la demanda de ciencia y tecnología a partir del sector productivo (CEPAL, 2004; OCDE, 2011)<sup>263</sup>. Una vez más, el gobierno brasileño fue pionero en adoptar estas nuevas políticas: en 1985 fue inaugurado un nuevo ministerio, el Ministerio de Ciencia y Tecnología (*Ministério da Ciência e Tecnologia*, MCT), que recibió la misión de ejecutar la política nacional de ciencia y tecnología.

---

<sup>263</sup> Las políticas de innovación del lado de la demanda incluyen diversos instrumentos: compras públicas; regulación; estándares; y políticas orientadas al consumidor (OCDE, 2011).

La reforma del sector petrolero implementada por la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997 (*lei do petróleo*), estableció un primer vínculo entre la actividad petrolífera y las actividades de ciencia y tecnología. En concreto, en su artículo original n.º 49, dicha ley establece que un cuarto de la parcela del valor de la regalía que excede un 5 % de la producción petrolífera en la plataforma continental debe ser destinado al MCT para financiar programas de amparo a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el sector petrolero. Del montante destinado al MCT, al menos un 40 % debe ser aplicado en programas de fomento a la capacitación y al desarrollo científico y tecnológico en las regiones norte y noroeste de Brasil.

Posteriormente, el MCT aprobó el Decreto (*portaria*) 552, de 8 de diciembre de 1999, que definió las directrices generales del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología del Sector de Petróleo y Gas Natural (*Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural*). En ese ámbito fueron introducidos nuevos instrumentos de política: los fondos sectoriales para la ciencia y la tecnología los cuales fueron destinados a financiar proyectos en diferentes sectores económicos<sup>264</sup>.

Los recursos de los fondos sectoriales son asignados al mencionado FNDCT<sup>265</sup>. El Decreto 68748, de 15 de junio de 1971, ha atribuido a la Finep la función de secretaría ejecutiva del FNDCT y la responsabilidad por todos los actos de carácter técnico y administrativo necesarios para su gestión. La Ley 11540, de 12 de noviembre de 2007, ha establecido que el FNDCT es de naturaleza contable y tiene como objetivo financiar la innovación y el desarrollo científico y tecnológico para promover el desarrollo económico y social del país<sup>266</sup>. En concreto, utilizando los recursos procedentes del FNDCT, así como de otras fuentes (e.g. convenios de

---

<sup>264</sup> Actualmente existen dieciséis fondos sectoriales, de los cuales catorce financian industrias específicas y dos son de naturaleza transversal, es decir, apoyan proyectos en sectores diferentes. Los dos fondos transversales son: el *Fundo Verde-Amarelo*, destinado a fomentar la relación entre empresas y universidades, y el *Fundo de Infraestrutura*, que financia el desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica.

<sup>265</sup> Los recursos del FNDCT son ejecutados anualmente a través de la ley de presupuesto anual (*Lei Orçamentária Anual*) y proceden de tres fuentes principales: i) recaudación de los fondos sectoriales; ii) recursos ordinarios del *Ministério de Fazenda* (Hacienda); y iii) recursos procedentes de intereses y amortizaciones que la Finep paga al FNDCT por los préstamos concedidos (relativos a proyectos de desarrollo tecnológico en empresas). En 2014, la recaudación total de los fondos sectoriales fue BRL 3260 millones. Fuente: *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)*, 2015. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0236/236060.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0236/236060.pdf)>.

<sup>266</sup> La Ley 11540, de 12 de noviembre de 2007, ha creado un modelo de gobernanza del FNDCT. Ha sido instituido un consejo directivo (presidido por el MCTI) para la formulación de las políticas, directrices y normas para el uso de los recursos del FNDCT. Cada fondo sectorial tiene su propia regulación y es administrado por un comité gestor coordinado por el MCTI, con la participación de agencias reguladoras (como la ANP), la comunidad científica y el sector privado.

cooperación con el BNDES), la Finep otorga financiaciones reembolsables y no reembolsables destinadas a proyectos innovadores presentados por empresas y OCT<sup>267</sup>.

Haciendo hincapié en el mencionado artículo n.º 49 de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997, el gobierno brasileño constituyó el primer fondo sectorial: el Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural (*Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural*, CT-PETRO). El objetivo del CT-PETRO consiste en incentivar la producción, la reducción de los gastos, la mejora de la calidad de los productos y el medio ambiente en el sector petrolero. Además, el fondo pretende promover la formación de recursos humanos con énfasis en la investigación científica en el sector petrolero, así como el desarrollo de proyectos conjuntos entre empresas y OCT.

El CT-PETRO es financiado a través del Decreto Presidencial 2851, de 30 de noviembre de 1998, en base a que un 25 % de la parcela del valor de la regalías del petróleo y el gas que excede un 5 % de la producción petrolífera es destinado al MCTI para sostener programas de amparo a la investigación científica y el desarrollo tecnológico<sup>268</sup>. Los recursos del fondo son ejecutados por la Finep y el CNPq.

El CT-PETRO asigna recursos a través de convocatorias públicas para financiar la infraestructura científica en el país. Entre 1999 y 2008 fueron realizadas doce convocatorias del CT-PETRO y 21 convocatorias transversales (en conjunto con otros fondos sectoriales)<sup>269</sup>.

---

<sup>267</sup> En 2015, las fuentes de recursos de la Finep fueron: i) BNDES (BRL 1490,6 millones); ii) FNDCT (BRL 1000 millones); y iii) otros recursos no especificados (BRL 42,9 millones). Fuente: Finep, 2016. *Relatório de gestão do exercício de 2015*. A través de estos recursos, así como de las rentas generadas por sus operaciones, la Finep concede financiaciones reembolsables y no reembolsables. La financiación *reembolsable* apoya a los planes de inversión en innovación de empresas brasileñas, que contienen metas y objetivos pretendidos durante el período de tiempo de la financiación. Este tipo de apoyo se dirige a empresas medianas y grandes, que están definidas por la Finep en base a criterios de ingreso bruto anual. La financiación reembolsable sostiene determinadas áreas prioritarias establecidas anualmente por la Finep: en 2016 el sector petrolero fue una de ellas. Por otro lado, la financiación *no reembolsable* puede ser otorgada en la modalidad de subvención económica para la innovación a empresas brasileñas, privadas o públicas, de cualquier porte, individualmente o en asociación, para la implementación de proyectos de innovación tecnológica. Además, la financiación no reembolsable es concedida a organizaciones de ciencia y tecnología nacionales (públicas o privadas), sin fines lucrativos, para la ejecución de proyectos de desarrollo científico y tecnológico, de infraestructura científica física y de capacitación de recursos humanos. Las líneas de acción de la financiación reembolsable y no reembolsable, así como los tipos de interés y las condiciones, están definidas por la Política Operacional de la Finep disponible en: <[http://download.finep.gov.br/politicaOperacional/FNP\\_Politica\\_2016.pdf](http://download.finep.gov.br/politicaOperacional/FNP_Politica_2016.pdf)>.

<sup>268</sup> Ver artículo n.º 49 de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997. Dicho artículo ha sido modificado por efecto de la Ley 11097, de 13 de enero de 2005, la cual ha incluido en el marco del CT-PETRO los sectores de gas natural y de biocombustibles. Posteriormente, por efecto de la Ley 11921, de 13 de abril de 2009, esa disposición fue nuevamente modificada para incluir el sector petroquímico en el marco de dicho fondo sectorial.

<sup>269</sup> La primera convocatoria fue lanzada en 2000 para sostener proyectos de I+D en diversas áreas prioritarias. Las dos convocatorias siguientes (realizadas en 2001) apoyaron la capacitación técnica de universidades del norte y noroeste de Brasil financiando la formación de recursos humanos y la creación de incubadoras de empresas.

Ahora bien, no hay datos disponibles sobre los proyectos financiados. La única información publicada consiste en que entre 1999 y 2008 fueron financiados 1228 proyectos, de los cuales un 12 % fueron ejecutados con la participación de empresas; Petrobras realizó el mayor número de proyectos financiados por el CT-PETRO, siendo beneficiaria de un 30,3 % de los recursos disponibles por el fondo (De Moraes y Turchi, 2016).

En los primeros años de funcionamiento del CT-PETRO, los recursos del fondo fueron destinados a las actividades científicas y la infraestructura física para la investigación<sup>270</sup>. Sin embargo, posteriormente, una parte considerable de los recursos recaudados fue destinada a actividades que no guardaban relación directa con el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el sector petrolero, como explicamos a continuación<sup>271</sup>.

En primer lugar, ha sido establecido que un 20 % de los recursos anuales del CT-PETRO sea gastado por el gobierno federal en acciones no relacionadas con el sector petrolero<sup>272</sup>. Segundo, la Ley 10197, de 14 de febrero de 2001, reglamentada por el Decreto 3807, de 26 de abril de 2001, ha determinado que al menos un 30 % de los recursos del FNDCT sean aplicados en OCT de las regiones norte, noroeste y centrooeste de Brasil. Tercero, dicha ley ha previsto que un 20 % de los recursos del CT-PETRO sea asignado a otro fondo sectorial para la financiación de proyectos de implantación y recuperación de infraestructura de investigación en organizaciones públicas de enseñanza superior (fondo CT-INFRA)<sup>273</sup>. Por último, una parte de los recursos del CT-PETRO ha sido destinada a financiar varias iniciativas transversales incluidas en el Plan Brasil Mayor.

---

<sup>270</sup> Entre otros, fueron financiados el *Laboratório de Tecnologia Oceânica* (LaboOceano) de la *Universidade Federal do Rio de Janeiro* (UFRJ) y el *Tanque de Provas Numérico* de la *Universidade de São Paulo* (USP).

<sup>271</sup> En 2013, el presupuesto ejecutado del CT-PETRO fue BRL 89,1 millones. De ese montante, BRL 62,7 millones fueron destinados a 46 proyectos, mientras que unos BRL 21,4 millones financiaron operaciones de transferencia presupuestaria en favor del CNPq para el pago de becas y el apoyo de algunas de sus actividades. Del valor total operado por la Finep, BRL 24,8 millones fueron transferidos a la ANP para apoyar 45 programas de estudios de grado, máster y doctorado; así pues, en total fueron apoyados 91 proyectos (MCTI, 2014).

<sup>272</sup> Eso es debido a que el gobierno nacional interpretó que los recursos recaudados por el FNDCT tienen carácter de Contribución de Intervención en el Dominio Económico (*Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico*), que implica que pueden ser objeto de una Desvinculación de Ingreso de la Unión (*Desvinculação de Receita da União*). Ver la Enmienda Constitucional 68, de 21 de diciembre de 2011.

<sup>273</sup> Esta disposición miraba a modernizar y ampliar la infraestructura incentivando la reforma y la ampliación de laboratorios y la compra de equipamientos para la investigación científica. El límite máximo de ejecución de los recursos financieros destinados al CT-PETRO y depositado en el FNDCT (al neto de un 20 % para el gobierno nacional y de la parcela para el CT-INFRA) constituye el presupuesto que es enviado al Congreso nacional para la aprobación. Una vez autorizado, ese límite de ejecución entra en la ley de presupuesto anual (*lei orçamentária anual*), que es aprobada en el primer trimestre del año.

Es importante resaltar que entre 2008 y 2013 el CT-PETRO constituyó la fuente de financiación principal del FNDCT: un 34,9 % del total en promedio; en 2013, el CT-PETRO representó un 31,6 % de la recaudación del FNDCT (MCTI, 2014: 118). Durante los años 2000 los recursos recaudados por el FNDCT crecieron gradualmente; no obstante, a partir de 2013 ha ocurrido una drástica reducción del CT-PETRO que ha impactado negativamente al FNDCT.

El valor del FNDCT (que es contabilizado como gasto nacional en I+D) se ha reducido de forma notable y ha pasado de ser un 0,10 % del PIB en 2013 a un mero 0,05 % del PIB en 2014 y 2015 (Koeller et al., 2016). Esa contracción ha sido causada por la Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010 (*lei do pré-sal*), que ha modificado el modelo de financiación del FNDCT asignando las regalías del Presal al Fondo Social<sup>274</sup>.

Para atenuar los efectos de la mencionada Ley 12351, el Decreto Presidencial 7403, de 23 de diciembre de 2010, ha introducido un régimen de transición para mantener el destino de una parte de las regalías a los proyectos de ciencia, tecnología e innovación. La vigencia de esta disposición ha sido prorrogada hasta finales de 2015 por medio del Decreto Presidencial 7657, de 23 de diciembre de 2011. Sin embargo, ese período de transición aplica apenas a los campos cuya producción comenzó antes de 2010, así que en la práctica lo que ha ocurrido ha sido la congelación de los recursos destinados al CT-PETRO<sup>275</sup>.

Actualmente el CT-PETRO está suspenso en función de la acción directa de inconstitucionalidad del Supremo Tribunal Federal (*Supremo Tribunal Federal*) empezada como resultado de la disputa por las regalías petroleras promovida por los estados federales. Por otra parte, el Fondo Social no ha sido implementado todavía, aunque se ha establecido que un 50 % de ello será asignado a programas públicos para la salud y la educación. Sobre el remanente 50 % de las regalías hay una controversia abierta, siendo que el MCTI reclama esos recursos para la ciencia y la tecnología en base a cuanto dispuesto por el artículo n.º 47 de la Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010.

---

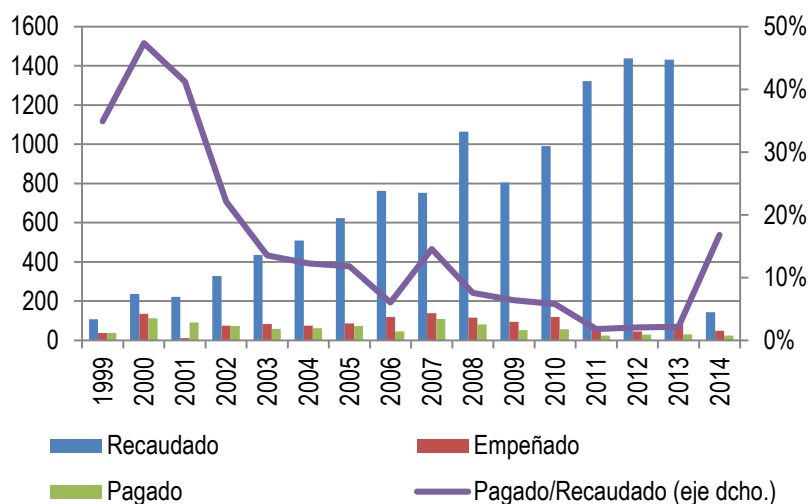
<sup>274</sup> El objetivo del Fondo Social es constituir una fuente de recursos para el desarrollo social y regional en la forma de programas en diferentes áreas de combate a la pobreza (e.g. salud y educación pública). Véase también la Ley 12858, de 9 de septiembre de 2013.

<sup>275</sup> Hasta mayo de 2013 estuvo vigente la Medida Provisoria (*Medida Provisória*) n.º 592, de 3 de diciembre de 2012, que garantizaba que la parcela de la Unión Federal referente a las regalías del petróleo fuera destinada al sector de ciencia, tecnología e innovación y a la defensa nacional.



Por efecto de todos los cambios regulatorios ilustrados anteriormente, en 2014 el CT-PETRO recaudó apenas BRL 142,6 millones; de este monto, solo BRL 47,8 millones fueron empeñados y apenas BRL 23,9 millones fueron pagados. En 2013, un exiguo 2,1 % de lo recaudado por el fondo fue efectivamente pagado (gráfico abajo)<sup>276</sup>.

**Gráfico 6.2**  
**Recursos destinados al fondo CT-PETRO (BRL millones)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).  
Nota: el valor recaudado es al neto de un 20 % destinado al fondo CT-INFRA (Ley 10197, de 14 de febrero de 2001)

### 6.3 EL PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS DE LA ANP (PRH-ANP)

En el ámbito de las funciones otorgadas a la ANP por la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997, en 1999 fue creado el Programa de Recursos Humanos de la ANP (*Programa de Recursos Humanos da ANP*, PRH-ANP). El PRH-ANP es una iniciativa dirigida a incentivar la formación y la especialización de estudiantes universitarios en disciplinas relacionadas con el sector petrolero. El programa ha representado un cambio sustancial en el paradigma de formación de los recursos humanos, puesto que antes se basaba casi exclusivamente en la financiación voluntaria de Petrobras en el ámbito de la cooperación con las universidades brasileñas.

El PRH-ANP concede becas de estudio y otro tipo de apoyo financiero (*taxa de bancada*)<sup>277</sup> a través de dos iniciativas. La primera está dirigida a los profesionales de nivel superior (grado,

<sup>276</sup> Véase: IBP (2015).

<sup>277</sup> La *taxa de bancada* cubre por ejemplo el gasto de un estudiante para atender seminarios y congresos.

postgrado y doctorado), en asociación con el MCTI y algunas universidades brasileñas (PRH-ANP/MCTI). La segunda está dedicada a la educación profesional técnica, con el apoyo financiero de la ANP y el MEC (PRH-ANP/MEC-Técnico)<sup>278</sup>.

El PRH-ANP asigna recursos a través de convocatorias públicas dirigidas a organizaciones de enseñanza superior. Entre 1999 y 2014 fueron lanzados cinco llamados en que participaron entidades de varios estados federales. Las organizaciones seleccionadas firmaron acuerdos de asociación con la ANP y crearon comités de gestión para establecer los criterios para la asignación de los recursos.

A través del PRH-ANP, entre 1999 y 2015 fueron invertidos más de BRL 378,5 millones en la concesión de 8290 becas de estudio, de las cuales 6294 financiadas con recursos del CT-PETRO. A finales de 2016 los programas de nivel superior activos financiados por el PRH-ANP eran 55 y beneficiaban 32 organizaciones de enseñanza en dieciséis estados del país<sup>279</sup>.

Entre 2008 y 2013, las actividades financiadas por el PRH-ANP resultaron en la obtención de 41 patentes: 30 registradas en Brasil y once en el exterior; de ellas, cinco patentes resultaron en un aumento de la demanda de bienes y servicios domésticos<sup>280</sup>. Otro resultado significativo ha sido la publicación, por parte de estudiantes implicados en el programa, de 2705 trabajos científicos, de los cuales 1843 editados en el exterior (ANP, 2014). Tan solo entre 2012 y 2014 el PRH-ANP posibilitó la realización de 2229 trabajos científicos en Brasil y en el exterior: 1523 han sido publicados en informes anuales y 706 han sido publicados en libros<sup>281</sup>. Por último, las becas de máster y doctorado han permitido consolidar la formación de nuevos investigadores en las universidades brasileñas<sup>282</sup>.

Inicialmente, el PRH-ANP fue financiado solo con los recursos presupuestarios de la ANP. Desde 2000, el programa ha pasado a recibir el apoyo financiero del CT-PETRO a través de la parcela de regalías destinada al MCTI. A partir de 2009, el PRH-ANP fue apoyado también por

---

<sup>278</sup> Actualmente, tan solo la primera modalidad está en actividad; la modalidad destinada a los profesionales técnicos fue financiada solo entre 1999 y 2004.

<sup>279</sup> A la modalidad de nivel superior se le asignó un 99 % de todos los recursos invertidos entre 1999 y 2015. Fuente: ANP, 2016. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 39, noviembre de 2016.

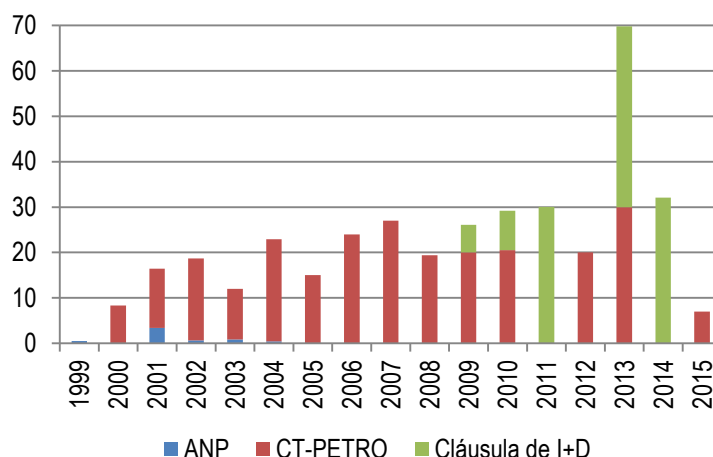
<sup>280</sup> Fuente: ANP, 2014. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 16, diciembre de 2014.

<sup>281</sup> Fuente: ANP, 2015. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 21, mayo de 2015.

<sup>282</sup> Como ha comentado el Profesor Segen Stefen (titular del programa de Ingeniería Oceánica en la UFRJ): “El Programa de Recursos Humanos de la ANP se ha mostrado fundamental para el esfuerzo nacional de ampliación de mano de obra cualificada para el sector de petróleo”. Fuente: ANP, 2014. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 6, abril de 2014, p.4. Nota: la traducción es nuestra.

la cláusula de I+D de la ANP que, en 2014, se convirtió en su única fuente financiera (gráfico abajo).

**Gráfico 6.3**  
**Fuentes de financiación del PRH-ANP (BRL millones)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANP. Notas: ANP = Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles; CT-PETRO = Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural

Para concluir, es conveniente destacar dos aspectos. En primer lugar, siendo que más de un 90 % de los recursos de la cláusula de I+D derivan de Petrobras, podemos concluir que la compañía nacional ha sido una fuente de financiación primordial del PRH-ANP. Segundo, la estabilidad del PRH-ANP está siendo afectada por la drástica reducción del CT-PETRO, que por muchos años fue su principal fuente de financiación. Debido a que la cláusula de I+D ha sido vital para financiar el PRH-ANP en los últimos años, a continuación, vamos a investigar esa institución.

#### **6.4 LA CLÁUSULA DE I+D DE LA ANP**

El artículo n.º 8.X de la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997, otorga a la ANP la atribución de estimular a la investigación y la adopción de nuevas tecnologías de exploración, producción, transporte, refinó y procesamiento de petróleo, gas natural, sus derivados y biocombustibles. En cumplimiento con esa función, la ANP ha promovido la introducción, en los contratos de exploración, desarrollo y producción, de una cláusula que obliga las compañías petroleras a invertir en I+D en Brasil. El objetivo de dicha cláusula es promover el desarrollo tecnológico en los sectores de petróleo, gas natural, biocombustibles y otras fuentes de energía, así como en

la industria petroquímica. Es importante destacar que la cláusula de I+D es un instrumento de política innovador a nivel mundial<sup>283</sup>.

En los contratos de concesión, el valor de la obligación corresponde a un 1 % del ingreso bruto de la producción de petróleo, gas y otros hidrocarburos fluidos de los campos petroleros sujetos al pago de la Participación Especial en cualquier trimestre del año civil<sup>284</sup>. Por otro lado, en los contratos de partición de producción y en los contratos de cesión onerosa, el valor obligatorio corresponde, respectivamente, a un 1 % y un 0,5 % del ingreso bruto anual de la producción de petróleo, gas y otros hidrocarburos fluidos en los campos incluidos en los bloques especificados por dichos contratos<sup>285</sup>.

La cláusula de I+D fue aplicada por primera vez en 1998 solo a Petrobras. La compañía nacional asumió la obligación de invertir en I+D por efecto de las condiciones establecidas en los contratos de concesión firmados durante la “ronda cero” de la ANP<sup>286</sup>. Posteriormente, en 2005 la cláusula de I+D fue regulada y aplicada a todas las compañías petroleras presentes en Brasil en el ámbito de las nuevas estrategias de desarrollo del gobierno de Luiz Inácio Lula da Silva. En concreto, se ha establecido que el esquema de la cláusula de I+D es gestionado, regulado y fiscalizado por la ANP.

---

<sup>283</sup> Como señalamos en la introducción de esta obra, una versión similar a la cláusula de I+D de la ANP fue aplicada en 1978 en Noruega: en ocasión de la cuarta ronda de licitación de bloques exploratorios en este país se introdujeron acuerdos en base a que las compañías petroleras se comprometían a realizar en el país al menos un 50 % de la investigación necesaria para el desarrollo de un campo petrolero. Sin embargo, estos acuerdos tuvieron escasa aplicación. Así pues, en 1979 fueron introducidos acuerdos de buena voluntad (*goodwill agreements*) en base a que las compañías petroleras se comprometían a realizar en Noruega cuanto más actividad de I+D fuera posible. Cabe destacar que no se trataba de una obligación legal, al contrario de la cláusula de I+D de la ANP. Las compañías presentes en Noruega tenían que someter un informe anual al *Research Council of Norway* para mostrar sus actividades de I+D en el país. En 1994, con la adhesión de Noruega al Espacio Económico Europeo, estos acuerdos fueron abolidos y se pasó a exigir a las compañías petroleras de demostrar una sólida experiencia tecnológica y de investigación en el sector petrolero, así como su disponibilidad a transferir conocimiento y tecnología a las empresas noruegas. Véase: Vorobyov (2012).

<sup>284</sup> El cálculo del ingreso bruto de la producción de un campo petrolero está regulado por la Resolución ANP 12, de 21 de febrero de 2012; el valor es dado por la suma de la producción de petróleo y gas natural fiscalizada mensualmente por los respectivos precios de referencia mensuales. La Participación Especial está reglamentada por el Decreto 2705, de 3 de agosto de 1998; no aplica a los campos petroleros asignados en régimen contractual de cesión onerosa. El valor de la Participación Especial depende de dos variables: i) el precio de referencia del crudo (la ANP estima el valor de la obligación en base al Brent) y ii) el tipo de cambio del BRL contra el USD.

<sup>285</sup> En cualquier modalidad de contrato en que el contratado es un consorcio de compañías petroleras, cada firma del consorcio deberá responsabilizarse por la inversión obligatoria (proporcionalmente a su participación en ello) y por la comprobación ante la ANP.

<sup>286</sup> Véase la cláusula n.º 22.2 del modelo de concesión de la “ronda cero” disponible en: <[http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Rodada\\_zero/Modelo\\_de\\_Contrato-Rodada\\_Zero.pdf](http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Rodada_zero/Modelo_de_Contrato-Rodada_Zero.pdf)>.

La cláusula de I+D ha sido reglamentada por las Resoluciones ANP 33/2005, 34/2005 y 46/2013, y por los respectivos Reglamentos Técnicos ANP 5/2005 y 6/2005<sup>287</sup>. Posteriormente, en 2012, han sido aprobados la Resolución ANP 47/2012 y el Reglamento Técnico ANP 7/2012, que han revocado respectivamente la Resolución ANP 34/2005 y el Reglamento Técnico ANP 6/2005. Por último, en 2015 han sido aprobados la Resolución ANP 50/2015 y el Reglamento Técnico ANP 3/2015, que han revocado respectivamente las Resoluciones ANP 33/2005 y 46/2013 y el Reglamento Técnico ANP 5/2005. En síntesis, la cláusula de I+D está actualmente regulada por las Resoluciones ANP 47/2012 y 50/2015, y por los Reglamentos Técnicos ANP 7/2012 y 3/2015.

Cabe precisar que nuestro estudio tiene como referencia el período de vigencia de la normativa original introducida en 2005. No obstante, esa normativa tiene muchos puntos en común con la más reciente establecida por la Resolución ANP 50/2015 y el Reglamento Técnico ANP 3/2015; por tanto, a continuación, ilustraremos la normativa vigente señalando oportunamente las novedades respecto a la anterior.

El Reglamento Técnico ANP 3/2015 entiende la innovación como nuevos o mejorados productos, procesos o servicios derivados de la actividad de I+D. La I+D es definida como como: i) investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, así como investigación en medio ambiente y en ciencias sociales, humanas y de la vida; ii) construcción de prototipos y unidades piloto<sup>288</sup>; y iii) desarrollo de *software* que determine significativos avances tecnológicos o científicos<sup>289</sup>.

Las dos novedades principales respecto a la normativa anterior son las siguientes. Por un lado, en el concepto de innovación se han incluido los servicios (anteriormente incluía solo productos y procesos). Por otro lado, en la definición de actividades de I+D se ha incorporado

---

<sup>287</sup> La Resolución ANP 34/2005 ha sido revocada por la Resolución ANP 47/2012. El Reglamento Técnico ANP 6/2005 ha sido revocado por el Reglamento Técnico ANP 7/2012.

<sup>288</sup> El Reglamento Técnico ANP 3/2015 define el prototipo como un modelo original básico representativo de alguna creación nueva que posee las características esenciales del producto pretendido. Por otra parte, una unidad piloto es una instalación operativa, en escala no comercial, destinada a obtener experiencias, datos técnicos y otras informaciones con la finalidad de evaluar hipótesis, establecer nuevas formulaciones para productos, proyectar equipamientos, etc.

<sup>289</sup> En línea con el antiguo Reglamento Técnico ANP 5/2005, el Reglamento Técnico ANP 3/2015 equipara a la I+D las siguientes actividades: i) las actividades de formación y cualificación de recursos humanos a diferentes niveles; esas incluyen el programa *Ciência sem Fronteiras*, el PRH-ANP y el Prominp; ii) los programas tecnológicos para el desarrollo y la capacitación técnica de proveedores; y iii) los proyectos específicos de mejora (nueva construcción, reforma o ampliación) de infraestructura de laboratorio y de apoyo a la instalación de laboratorio (contratación de personal técnico y administrativo), incluyendo la compra de equipamientos, instrumentos y materiales y, de forma excepcional, la ejecución de obras civiles para la construcción de edificios nuevos o la ampliación de edificios existentes.

la investigación en medio ambiente y en ciencias sociales, humanas y de la vida, así como el desarrollo de *software*.

Ahora bien, los recursos obligatorios deben ser aplicados en proyectos o programas (conjunto de proyectos) de I+D ejecutados en el país, esto es, las actividades de I+D realizadas por empresas o OCT extranjeras no pueden ser financiadas. El valor de la obligación depende del tipo de contrato firmado por la compañía petrolera. Como muestra el cuadro abajo, una parte de los recursos debe ser destinada a proyectos realizados por organizaciones de ciencia y tecnología (OCT). En base al Reglamento Técnico ANP 7/2012, una OCT (*instituição credenciada*) es una persona jurídica pública o privada sin fines económicos constituida y existente en base a la ley brasileña, localizada en el país, que tiene como actividad principal la enseñanza o la ejecución de investigación y desarrollo científico y tecnológico<sup>290</sup>. Las OCT que quieren participar en proyectos de I+D financiados por la cláusula obligatoria necesitan una acreditación por parte de la ANP<sup>291</sup>.

La parte remanente de la obligación establecida por la cláusula de I+D (la no destinada a OCT) puede ser invertida en proyectos de las compañías petroleras realizados internamente o en conjunto con empresas brasileñas. En conformidad con la normativa anterior, en base al Reglamento Técnico ANP 3/2015 una empresa brasileña es una organización económica con finalidad lucrativa constituida bajo leyes brasileñas y con sede administrativa en Brasil; en esencia se trata de proveedores de bienes y servicios, a los cuales nos referiremos con el término *empresas de servicios*. En base a dicho reglamento, la filial de una empresa extranjera con sede administrativa en el país es considerada una empresa brasileña.

Una novedad importante introducida por el Reglamento Técnico ANP 3/2015 consiste en establecer disposiciones específicas en base al tipo de régimen contractual al que está sujeta la compañía petrolera: la normativa anterior mencionaba solo a los contratos en régimen de

---

<sup>290</sup> El criterio de ausencia de fines económicos requiere no solo que la OCT no tenga fines lucrativos, sino que, además, su objeto no tenga naturaleza económica (e.g. cultural). Son consideradas OCT también las organizaciones de enseñanza privadas con fines económicos que poseen cursos de postgrado *stricto sensu* reglamentados por el Ministerio de Educación (MEC).

<sup>291</sup> La acreditación es el reconocimiento formal que una organización realiza actividades de I+D en áreas de notable interés para el sector petrolero y que posee infraestructura y condiciones técnicas y operativas (recursos humanos) adecuadas para el desempeño de las mismas. Dentro de cada organización, pueden ser acreditadas más unidades científicas. El proceso de acreditación de la ANP inició en el 28 de enero de 2008 en el marco de las reglas establecidas por la Resolución ANP 34/2005 y el Reglamento Técnico ANP 6/2005. Posteriormente, la normativa fue modificada por la Resolución ANP 47/2012 y el respectivo Reglamento Técnico ANP 7/2012 y sus anexos. Los criterios para obtener la acreditación son establecidos por la Resolución ANP 47/2012 y el Reglamento Técnico ANP 7/2012.

concesión puesto que, cuando fue aprobada (en 2005), los regímenes de partición de producción y de cesión onerosa no habían sido regulados todavía.

Otra novedad muy relevante consiste en que hasta un 30 % de la obligación de la cláusula de I+D puede ser aplicado directamente en una empresa de base tecnológica (EBT) de hasta medio-gran tamaño en el ámbito de proyectos o programas de I+D realizados en colaboración con una OCT<sup>292</sup>. Por EBT se entiende una empresa brasileña de cualquier tamaño localizada preferencialmente en parques y polos tecnológicos y que fundamenta su estrategia competitiva en la innovación<sup>293</sup>. Entre las EBT se encuentran *start-ups* y *spin-offs* académicos<sup>294</sup>. Cabe resaltar que todavía esta norma es reciente y no ha sido aplicada, y por tanto no afecta a nuestro período de estudio.

---

<sup>292</sup> Esa norma aplica independientemente del tipo de contrato firmado por la compañía petrolera. La definición de empresa de medio-gran tamaño se basa en criterios establecidos por el BNDES disponibles en: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/porte.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html).

<sup>293</sup> La empresa debe ser en actividad desde al menos un año y cumplir con al menos dos de las características o parámetros establecidos por el artículo n.º 1.7 del Reglamento Técnico ANP 3/2015.

<sup>294</sup> Una *start-up* es una empresa con fines lucrativos que tiene en su identidad un carácter firmemente innovador y que, en general, se encuentra en fase incipiente de desarrollo de negocio. Es frecuente que una *start-up* reciba apoyo por una incubadora de empresas, esto es, una estructura administrativa cuya misión es fomentar la creación y la expansión de nuevas empresas. Uno *spin-off* académico es una empresa con fines lucrativos creada por un miembro de una universidad (profesor, investigador, estudiante, etc.) para explotar un conocimiento, en general protegido por un derecho de propiedad intelectual, generado a partir de una investigación desarrollada en la propia universidad.

Cuadro 6.1

**Obligaciones de inversión establecidas por la cláusula de I+D, por tipo de contrato**

<b>Contratos de concesión hasta la 10ª ronda de licitación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Al menos un 50 % de los recursos debe ser aplicado en proyectos o programas ejecutados por OCT acreditadas por la ANP</li> <li>▪ El restante de los recursos puede ser aplicado en proyectos o programas ejecutados en instalaciones de la propia compañía petrolera o de su afiliada (localizada en Brasil) o contratados junto con empresas brasileñas</li> </ul>
<b>Contratos de concesión a partir de la 10ª ronda de licitación (realizada en 2013) y contratos de partición de producción<sup>1</sup></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Al menos un 50 % de los recursos debe ser aplicado en proyectos o programas ejecutados por OCT acreditadas por la ANP</li> <li>▪ Al menos un 10 % de los recursos debe ser aplicado en proyectos o programas ejecutados por empresas brasileñas</li> <li>▪ El restante de los recursos puede ser aplicado en proyectos o programas ejecutados en instalaciones de la propia compañía petrolera o de su afiliada (localizada en Brasil) o contratados junto con empresas brasileñas o junto con OCT acreditadas por la ANP</li> </ul>
<b>Contratos de cesión onerosa</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un 100 % del valor obligatorio debe ser aplicado en proyectos o programas ejecutados por OCT acreditadas por la ANP</li> </ul>
<b>Todo tipo de contrato<sup>1</sup></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hasta un 30 % de la parcela mínima (que consiste en al menos un 50 % en los contratos de concesión y de partición de producción y en un 100 % en los contratos de cesión onerosa) puede ser aplicado directamente en empresas de base tecnológica (EBT) de hasta medio-gran tamaño<sup>2</sup>, en el ámbito de proyectos o programas que, necesariamente, sean ejecutados en conjunto con OCT acreditadas y que tengan como objetivo la innovación de producto, proceso o servicio</li> <li>▪ La aplicación de los recursos de la cláusula de I+D en proyectos o programas ejecutados por empresas encima de las de pequeño porte deberá contar, necesariamente, con una contrapartida financiera mínima de la empresa beneficiaria equivalente a un 10 % del valor total</li> </ul>

Fuente: elaboración propia basada en el Reglamento Técnico ANP 5/2005 y el Reglamento Técnico ANP 3/2015. Notas: 1) Nueva norma introducida por el Reglamento Técnico ANP 3/2015. 2) La definición de empresa de medio-gran tamaño se basa en criterios establecidos por el BNDES disponibles en: <<http://www.bndes.gov.br>>.

El Reglamento Técnico ANP 3/2015 determina los gastos admitidos para cumplir la obligación contractual (ilustrados en el anexo 2 de esta obra). Los gastos deben ser relacionados con actividades y proyectos aprobados por la ANP, en áreas prioritarias o temas relevantes establecidos por la misma agencia reguladora<sup>295</sup>. El Reglamento Técnico ANP 3/2015 ha

<sup>295</sup> Ver artículo n.º 3.3 del Reglamento Técnico ANP 3/2015. Antes de la entrada en vigor de dicho reglamento, un comité técnico-científico de la ANP preparaba y divulgaba anualmente una relación de áreas prioritarias, actividades y proyectos de interés y temas relevantes de I+D para la industria de petróleo, gas natural



formalizado las modalidades de proyectos de investigación que pueden ser financiadas vía cláusula de I+D<sup>296</sup>.

Algunas modalidades de proyecto deben obtener la autorización previa de la ANP, así como establecía la normativa anterior<sup>297</sup>. Además, las compañías petroleras tienen que preparar un plan de trabajo del proyecto que pretenden realizar, deben someterlo a la ANP y obtener su parecer técnico positivo. Las compañías deben también rendir cuentas anuales a la agencia reguladora.

Una novedad relevante introducida por el Reglamento Técnico ANP 3/2015 consiste en la creación del Comité Técnico-Científico (*Comité Técnico-Científico*, Comtec), cuya función es preparar y divulgar las directrices para la aplicación de la cláusula de I+D en OCT acreditadas y en empresas brasileñas<sup>298</sup>.

En definitiva, la cláusula de I+D constituye el mecanismo institucional principal para fomentar el desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño. Sin embargo, la ANP no dispone de estudios empíricos sobre los impactos de la cláusula, lo que hace urgente y necesario una mayor investigación.

---

y biocombustibles. Tras la aprobación del Reglamento Técnico ANP 3/2015, esta función ha sido otorgada al Comité Técnico-Científico (*Comité Técnico-Científico*, Comtec).

<sup>296</sup> Además de las actividades de I+D tradicionales (investigación básica, investigación aplicada, desarrollo experimental y construcción de prototipo o unidad piloto), el Reglamento Técnico ANP 3/2015 establece las siguientes modalidades de proyecto: i) el programa tecnológico para desarrollo y capacitación técnica de proveedores, que incluye equipamientos específicos para líneas de producción, ingeniería de producto, homologación y control de calidad, entre otros; ii) el proyecto específico de tecnología industrial básica, que consiste en servicios de tecnología industrial dirigidos a metrología, normalización, evaluación de conformidad, homologación y certificación de productos, procesos o servicios; iii) el proyecto específico de ingeniería básica no rutinera, que se refiere a actividades de concepción, definición y especificación de productos o procesos; iv) el proyecto de estudio de cuencas sedimentarias de nueva frontera que envuelva una actividad de adquisición de datos geológicos, geoquímicos y geofísicos; v) el programa específico de formación de recursos humanos; vi) el proyecto específico de mejora de infraestructura de laboratorio; vii) el proyecto específico de apoyo a instalaciones de laboratorios de I+D; viii) el proyecto o programa estructurante (tiene el objetivo de crear nuevas competencias, consolidar competencias emergentes o producir conocimiento estratégico); y ix) el proyecto cooperativo: un tipo de proyecto que cuenta con la participación financiera de dos o más compañías petroleras o de una compañía petrolera con sus proveedores en el marco de un proyecto industrial conjunto (*joint industry project*, JIP). Nota: las modalidades i), ii), v) y vii) estaban previstas también por el anterior Reglamento Técnico ANP 5/2005.

<sup>297</sup> Ver artículo n.º 5.1 del Reglamento Técnico ANP 3/2015.

<sup>298</sup> El Comtec ha sido instituido por la Resolución ANP 50/2015, de 30 de noviembre de 2015, que establece que dicho comité será compuesto por siete miembros: tres de la ANP, dos representantes del sector productivo afín a la industria de petróleo y gas natural y dos representantes del sector de enseñanza, ciencia e investigación. El Comtec será instalado dentro de 180 días de la publicación de la Resolución ANP 50/2015. Dicho comité podrá disponer sobre la aplicación de los recursos según la modalidad de demanda inducida, es decir, a través de una convocatoria pública o invitación.

## 6.5 LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

El estudio del marco institucional no puede prescindir de la regulación sobre derechos de propiedad intelectual<sup>299</sup>. Cuatro leyes nacionales respaldan la protección de esos derechos: i) la Ley 9279, de 14 de mayo de 1996, sobre derechos y obligaciones relativos a la propiedad industrial; ii) la Ley 9456, de 25 de abril de 1997, sobre protección de cultivos; iii) la Ley 9609, de 19 de febrero de 1998, sobre programas informáticos; iv) la Ley 9610, de 19 de febrero de 1998, sobre derechos de autor; y v) la Ley 10973, de 2 de diciembre de 2004.

En base a la Ley 9279, de 14 de mayo de 1996, el autor de una invención o modelo de utilidad tiene derecho de obtener la patente que le garantice la propiedad<sup>300</sup>. Dicha ley presume que el requirente (persona física o jurídica) sea legitimado a obtener la titularidad de la patente: el propietario (titular) es quien deposita, no quien crea (el inventor).

Es esencial distinguir entre propiedad de la patente y sus derechos de uso y comercialización. La mencionada Ley 9279 establece que el titular puede celebrar un contrato de licencia de explotación de la patente; el licenciado puede ser investido de todos los poderes para actuar en defensa de la patente pagando en contrapartida una regalía. Por ejemplo, una OCT puede mantener un 100 % de la propiedad intelectual reconociendo los derechos de uso y comercialización a una empresa a través de la licencia.

Cabe considerar que las patentes representan invenciones y no necesariamente innovaciones con valor comercial: una patente no comercializada puede generar gastos, puesto que es costoso depositarla y mantenerla. Para sacar provecho de una patente, es indispensable implementar la tecnología patentada en la actividad productiva; eso implica que, por ejemplo, una OCT debe poseer una estructura administrativa capaz de gestionar y comercializar las patentes depositadas por sus miembros. Por su relevancia, abordaremos este asunto en el capítulo 9.

---

<sup>299</sup> Brasil es signatario de los siguientes acuerdos y convenios internacionales en tema de propiedad industrial: i) el Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas; ii) el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial; iii) el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT); y iv) el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

<sup>300</sup> Cuando se trata de una invención realizada conjuntamente por dos o más personas, la patente puede ser requerida por todas o cualquiera de ellas, mediante nominación y cualificación de las demás. Ver artículo n.º 6 de la Ley 9279, de 14 de mayo de 1996.

En base a la Ley 10973, de 2 de diciembre de 2004 (*lei de inovação*), reglamentada por el Decreto 5563, de 11 de octubre de 2005, las universidades tienen la facultad de celebrar contratos de transferencia tecnológica y de licencia para el otorgamiento de derechos de uso o explotación de la invención, para desarrollarla a título exclusivo o no. En ese caso, las partes deben prever la titularidad de la propiedad intelectual y la participación en los resultados de su explotación. Las universidades pueden obtener el derecho de uso o de explotación de la creación protegida.

Con respecto a los proyectos financiados por la cláusula de I+D, el nuevo Reglamento Técnico ANP 3/2015 ha especificado la asignación de los derechos de propiedad intelectual sobre los activos intangibles derivados de dichos proyectos. Eso constituye una novedad muy relevante en tanto que el marco regulador anterior no mencionaba el tema de los activos intangibles. La normativa actualmente vigente distingue los tres casos siguientes.

En primer lugar, a la OCT o empresa brasileña de hasta medio-gran tamaño ejecutora del proyecto financiado por la cláusula de I+D cabe al menos un 80 % de la titularidad del activo intangible cuando la compañía petrolera financiadora no es coejecutora del proyecto; en cambio, ese porcentaje es de al menos un 50 % cuando la compañía petrolera es coejecutora. Segundo, cuando un proyecto es realizado por más de una OCT o por más de una empresa brasileña de hasta medio-gran tamaño, el reparto de los derechos sobre los activos intangibles resultantes de ello se determina en proporción equivalente a la participación y contribución de cada entidad ejecutora del proyecto. Y tercero, cuando el proyecto es ejecutado por una empresa brasileña por encima de un medio-gran tamaño<sup>301</sup>, la repartición de la propiedad intelectual debe ser objeto de negociación entre las partes implicadas.

Ahora bien, el nuevo Reglamento Técnico ANP 3/2015 otorga la propiedad al inventor contradiciendo la mencionada Ley 9279, de 14 de mayo de 1996, que asigna la propiedad al depositante (titular). Eso implica que a partir de la introducción de dicho reglamento las compañías petroleras podrán apelarse a la Organización Mundial del Comercio (OMC) para cumplir el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC). Además, el mencionado reglamento prohíbe la protección del secreto industrial sobre los resultados de los proyectos financiados por la cláusula de I+D, lo

---

<sup>301</sup> La definición de empresa de medio-gran tamaño se basa en criterios establecidos por el BNDES disponibles en: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/porte.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html)>.

que está preocupando a las compañías petroleras. Por todas estas razones, en la tercera parte de la Tesis profundizaremos en los impactos de la cláusula en la propiedad intelectual.

## 6.6 OTRAS INSTITUCIONES

El marco institucional brasileño establece diferentes instrumentos generales de fomento al desarrollo tecnológico aplicables al sector petrolero. En primer lugar, la Constitución federal de 1988 contiene diversos artículos y un capítulo dedicados a la ciencia, la tecnología y la innovación. El papel del Estado en estas áreas ha sido reforzado por medio de la Enmienda Constitucional 85, de 27 de febrero de 2015, que ha integrado el concepto de innovación en diversos dispositivos de la Constitución federal<sup>302</sup>.

Segundo, la Ley 8010, de 29 de marzo de 1990, dispone la exención de impuestos de importación y sobre productos industrializados en favor de las importaciones de máquinas, equipamientos, aparatos e instrumentos, así como sus partes, piezas de repuesto, accesorios y materias primas utilizados en la investigación científica y tecnológica<sup>303</sup>.

Tercero, la Ley 10973, de 2 de diciembre de 2004 (*lei de inovação*), establece una serie de incentivos a la innovación y a la investigación científica y tecnológica en el sector productivo<sup>304</sup>.

Cuarto, la Ley 11196, de 21 de noviembre de 2005 (*lei do bem*), instituye el Régimen Especial de Tributación para la Plataforma de Exportación de Servicios de Tecnología de la Información (*Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação*, Repes). Se trata de un régimen de incentivos fiscales a la inversión en actividades de I+D<sup>305</sup>.

---

<sup>302</sup> El artículo n.º 218 de la Constitución prescribe que el Estado promoverá e incentivará el desarrollo científico, la investigación, la capacitación técnica y tecnológica y la innovación; además, apoyará la formación de recursos humanos en las áreas de ciencia, investigación, tecnología e innovación. El artículo n.º 219 de la Constitución establece que el Estado estimulará a la formación y el fortalecimiento de la innovación en las empresas y en los demás entes públicos y privados, así como la constitución y manutención de parques y polos tecnológicos y la creación, absorción, difusión y transferencia de tecnología. Sobre el tema, véase también la Ley 13243, de 11 de enero de 2016.

<sup>303</sup> La exención beneficia a científicos, investigadores y entidades sin fines de lucro por lo que respecta al fomento, coordinación y ejecución de programas de investigación científica y tecnológica o de enseñanza acreditadas por el CNPq. Véase la Ley 10964, de 28 de octubre de 2004. Véase también la Ley 8032, de 12 de abril de 1990.

<sup>304</sup> La Ley 10973, de 2 de diciembre de 2004, está reglamentada por el Decreto 5563, de 11 de octubre de 2005.

<sup>305</sup> Dicha ley establece también una deducción de entre 20,4 % y 34 % en el *Imposto de Renda de Pessoa Jurídica* (IPRI) y en la *Contribuição Social sobre o Lucro Líquido* (CSLL) sobre los gastos en I+D; esa ley prevé también una deducción de un 50 % del *Imposto sobre Produtos Industrializados* (IPI) en la compra de maquinaria y equipamientos destinados a la I+D.

Quinto, la Ley 8866, de 21 de junio de 1993, establece normas generales sobre licitaciones y contratos administrativos relativos a obras, servicios y compras en el ámbito de los poderes públicos otorgando preferencia a los productos nacionales<sup>306</sup>. Con la aprobación de la Ley 12349, de 15 de diciembre de 2010, ha sido establecido que en los procesos de licitación puede ser fijado un margen de preferencia para productos nacionales que atiendan a normas técnicas brasileñas y que tomen en cuenta el desarrollo tecnológico realizado en el país<sup>307</sup>.

Sexto, en 2012 la Finep lanzó, junto con el BNDES y otros órganos públicos, una política de integración de los instrumentos de apoyo a la innovación en el sector privado. En ese ámbito, en 2013 fue inaugurado un programa de financiación a la innovación en las empresas, Plan Inova Empresa (*Plano Inova Empresa*), que presupone un incremento de los recursos financieros destinados al fomento de la innovación en las firmas. A través del Plan Inova Empresa ha sido creado el programa Inova Petro (*Inova Petro*), una iniciativa conjunta de Finep y BNDES (y con el apoyo técnico de Petrobras) para financiar la innovación tecnológica en el sector petrolero<sup>308</sup>. El Inova Petro es un programa muy interesante pero demasiado reciente como para ser evaluado aquí; nos limitamos a señalar que la iniciativa se diferencia de otras por la estrecha coordinación entre Finep y BNDES<sup>309</sup>.

Por último, a partir del primer mandato de Lula da Silva, el gobierno brasileño ha promovido diversas iniciativas de fomento a la competitividad de los proveedores brasileños en el sector petrolero. Entre ellas cabe destacar el Programa de Movilización de la Industria Nacional de Petróleo y Gas Natural (*Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural*, Prominp), instituido por el Decreto 4925, de 19 de diciembre de 2003. Como explicaremos en el capítulo 9, el Prominp ha sido financiado por Petrobras a través de la cláusula de I+D.

---

<sup>306</sup> Dicha ley prevé que será asegurada preferencia, posteriormente, a los bienes y servicios: i) producidos en el país; ii) producidos o prestados por empresas brasileñas; y iii) producidos o prestados por empresas brasileñas que inviertan en investigación y desarrollo de tecnología en el país (ver artículo n.º 3).

<sup>307</sup> La licitación es obligatoria por valores inferiores a ciertos umbrales establecidos en el artículo n.º 24 de dicha ley y para la adquisición de bienes e insumos destinados exclusivamente a la investigación científica y tecnológica con recursos financiados por la Capes, por la FINEP, por el CNPq y por otras organizaciones de fomento a la investigación acreditadas por el CNPq para ese fin (artículo n.º 24.XXI). La licitación es obligatoria también en la contratación realizada por una OCT o por una agencia de fomento para la transferencia de tecnología y para el licenciamiento del derecho de uso o de explotación de una creación protegida (artículo n.º 24.XXV).

<sup>308</sup> El programa Inova Petro financia proyectos de investigación científica y de ingeniería con el propósito de fomentar la innovación en los proveedores domésticos. La peculiaridad del programa consiste en que combina tres instrumentos de apoyo: crédito, subvención y financiación no reembolsable.

<sup>309</sup> Hasta la fecha han sido lanzadas dos convocatorias del programa Inova Petro. La primera fue realizada en 2012 y ha asignado BRL 355 millones a once empresas brasileñas. La segunda fue realizada en 2014 con una financiación de BRL 3000 millones (hasta 2017), con el objetivo de desarrollar nuevas tecnologías para procesamiento de superficie, instalaciones submarinas, pozos y reservorios.

El Prominp es un programa que interviene en tres áreas estratégicas: cualificación de recursos humanos, política industrial y competitividad de la industria. En relación con la primera área, el Prominp ha financiado programas de entrenamiento y cualificación de recursos humanos. Con respecto a la segunda área estratégica, en 2004 el Prominp promovió un acuerdo entre Petrobras y el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (*Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas*, Sebrae), una entidad privada que incentiva la competitividad y el desarrollo de empresas de micro y pequeño porte<sup>310</sup>. En la tercera área (competitividad), el Prominp ha apoyado una serie de estudios sobre la industria brasileña de suministro al sector petrolero para identificar sus principales carencias contra los competidores internacionales<sup>311</sup>.

Dos acciones del Prominp merecen ser destacadas: la cualificación profesional y el fomento del desarrollo tecnológico. A través de la primera, en 2006 fue creado el Plan Nacional de Cualificación Profesional (*Plano Nacional de Qualificação Profissional*, PNQP), cuyo objetivo es cualificar profesionales especializados para trabajar en diferentes segmentos de la cadena de suministro del sector petrolero<sup>312</sup>. Gracias al PNQP, entre 2006 y 2015 fueron formadas más de 99 000 personas a través de una inversión de BRL 304 millones<sup>313</sup>.

En el ámbito de la segunda acción, fue inaugurado el Plan de Desarrollo Tecnológico Industrial (*Plano de Desenvolvimento Tecnológico Industrial*), conocido también como Prominp Tecnológico. Este plan pretende fomentar la competitividad de los proveedores brasileños a través de la adopción de nuevas tecnologías y de una mayor integración entre empresas, universidades y centros de investigación<sup>314</sup>.

---

<sup>310</sup> Han sido firmados dos convenios entre Petrobras y Sebrae: a través del primero, fueron atendidas 6032 empresas; gracias al segundo convenio, fueron atendidas 13 242 empresas. Las firmas participantes han sido beneficiadas por varias acciones del proyecto: ponencias, seminarios, talleres, cursos, consultorías y ferias, entre otras. Las empresas de micro y pequeño tamaño son las con facturación bruta anual inferior a BRL 16 millones, como establecido por el BNDES.

<sup>311</sup> Entre 2006 y 2007 fue realizada una investigación científica (proyecto IND-P&G-28) sobre dieciocho segmentos industriales. Los resultados no están disponibles. Además, han sido creados foros regionales en catorce estados federales para incentivar los proveedores domésticos. Cabe añadir que el Prominp ha apoyado también la creación del programa *ProgreDir*, que ofrece financiación a los proveedores contratados por Petrobras con la participación de algunos grandes bancos presentes en Brasil. El objetivo de este programa es posibilitar la oferta de crédito en volumen y condiciones competitivas para toda la cadena de suministro de Petrobras, mejorando la liquidez y la solidez financiera de las empresas.

<sup>312</sup> El PNQP ofrece cursos de formación gratuitos y concede becas a vario nivel de estudio orientadas a formar diferentes categorías profesionales. Entre 2007 y 2013 los profesionales han sido cualificados en las áreas de: construcción y montaje (62 %), construcción civil (25 %), operación y manutención (7 %) e ingeniería (6 %) (de Assis, 2013).

<sup>313</sup> Fuente: Prominp, 2016. *Qualificação no Prominp*. Disponible en: <<http://www.prominp.com.br>>.

<sup>314</sup> En ese ámbito, en julio de 2010 fue lanzado un llamado público financiado por el MCTI y la Finep por un valor de BRL 30 millones para apoyar la creación, adecuación y capacitación de los laboratorios de OCT

## **6.7 CONCLUSIONES**

Al comienzo del capítulo se había planteado el objetivo de determinar y valorar los mecanismos institucionales que condicionan el desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño. Para abordar este propósito hemos investigado las instituciones desde una perspectiva histórica; hemos destacado que a partir de mitad de los años noventa el gobierno brasileño ha implementado una profunda reforma del marco institucional del sector petrolero.

En el marco de dicha reforma, se otorgó a la recién creada ANP la función (entre otras) de estimular a la investigación y la adopción de nuevas tecnologías en los sectores de petróleo, gas y biocombustibles. Además, fueron introducidas tres instituciones formales de fomento al desarrollo tecnológico: el fondo sectorial CT-PETRO, el PRH-ANP y la cláusula de I+D de la ANP. En el marco de las nuevas estrategias de desarrollo promovidas por el gobierno Lula, la cláusula de I+D fue regulada y extendida a todas las compañías petroleras presentes en Brasil (anteriormente aplicaba apenas a Petrobras). Pues bien, a partir de los resultados encontrados en este capítulo, podemos extraer una serie de conclusiones relativas a las tres instituciones.

En primer lugar, la creación del CT-PETRO debe ser interpretada en el marco de las políticas de ciencia y tecnología promovidas por el gobierno brasileño en los años noventa. El CT-PETRO fue el primer fondo sectorial a ser constituido con el objetivo de fomentar el desarrollo científico y tecnológico en el sector petrolero. El CT-PETRO recaudó considerables recursos financieros. Sin embargo, ocurrieron numerosos cambios del marco regulador que acabaron desviando los recursos originalmente destinados al fondo en cuestión. Las mudanzas legislativas determinaron una profunda pérdida de eficacia del CT-PETRO: tan solo un exiguo porcentaje de lo recaudado fue efectivamente aplicado para sus fines.

A este pésimo resultado cabe añadir que la progresiva retirada del CT-PETRO ha afectado profundamente los recursos disponibles para el FNDCT, que era largamente financiado por aquello. Todo eso ha tenido tres consecuencias negativas en el desarrollo tecnológico: i) la financiación efectiva para la infraestructura científica física ha sido exigua; ii) la contracción del presupuesto destinado al FNDCT ha afectado a las iniciativas de la Finep, siendo que el FNDCT constituye la fuente principal de recursos de la Finep para la financiación de proyectos

---

brasileñas. En ese mismo mes fue lanzado un segundo llamado público que movilizó cerca de BRL 100 millones para contribuir a la política de contenido local y para afrontar los desafíos tecnológicos del Presal.

de innovación realizados por empresas y OCT brasileñas; y iii) la retirada del CT-PETRO ha repercutido negativamente en la financiación del PRH-ANP.

Por todas estas razones, a nuestro entender es urgente y necesario restablecer el CT-PETRO. Eso permitiría no solo reconstituir la capacidad de financiación del FNDCT sino también liberar una parte de los recursos generados por la cláusula de I+D la cual ha sido asignada a objetivos anteriormente cubiertos por el CT-PETRO. Pues bien, la recién aprobada Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2019 del MCTI parece abordar este asunto<sup>315</sup>. La efectiva implementación de dicha estrategia dependerá en última instancia de las decisiones políticas del futuro gobierno brasileño.

En segundo lugar, el PRH-ANP fue creado con el objetivo de promover la formación de recursos humanos en el sector petrolero. El programa debe interpretarse en el marco de la función de la ANP de estimular a la investigación y la adopción de nuevas tecnologías: la agencia reguladora plantea que la formación de recursos humanos es vital para promover el desarrollo tecnológico.

Nuestros resultados permiten concluir que el PRH-ANP promovió la formación de recursos humanos altamente cualificados en diferentes disciplinas científicas relacionadas con el sector petrolero. Además, el programa contribuyó a fomentar la actividad de investigación en el país, lo que generó nuevas publicaciones científicas, así como el depósito de nuevas patentes. A pesar de ello, como adelantábamos, el PRH-ANP ha sido afectado por la drástica reducción del CT-PETRO, que constituía su principal fuente de financiación. En otras palabras, ha ocurrido una profunda falta de coordinación entre CT-PETRO y PRH-ANP. Como explicaremos a continuación, el PRH-ANP ha sido sostenido por los recursos procedentes de la cláusula de I+D. Actualmente, existe una fuerte incertidumbre sobre el futuro del PRH-ANP y eso repercute en la planificación de las iniciativas de fomento de los recursos humanos.

A nuestro entender, es urgente otorgar continuidad al PRH-ANP debido a que las universidades implicadas en ello precisan planear con antelación las futuras actividades de formación. La incertidumbre está afectando también a las decisiones de los estudiantes y, de esa forma, puede repercutir en las capacidades futuras del país. El PRH-ANP es crucial para

---

<sup>315</sup> La Estrategia establece en uno de sus pilares fundamentales la revitalización y expansión del FNDCT garantizando los ingresos procedentes del CT-PETRO. Además, establece la necesidad de elaborar un plan sectorial relativo a la ciencia, la tecnología y la innovación en petróleo y gas.



incentivar la cualificación de los recursos humanos y debería ser mantenido como instrumento complementario a la cláusula de I+D.

En tercer lugar, la cláusula de I+D debe ser interpretada con la función de la ANP de fomentar la investigación y la adopción de nuevas tecnologías en el sector petrolero. En los últimos años, la cláusula ha contribuido también la formación de recursos humanos a través de la financiación del PRH-ANP (para equilibrar las menores aportaciones del CT-PETRO). A nuestro entender, eso confirma la existencia de una profunda desarticulación entre los mecanismos institucionales de fomento al desarrollo tecnológico implementados por el gobierno brasileño.

Por otro lado, la cláusula de I+D se ha convertido en el instrumento primordial para promover el desarrollo tecnológico en el sector petrolero. Siendo que la cláusula constituye un mecanismo pionero a nivel mundial, el estudio de sus impactos es de suma relevancia para otros países productores de petróleo y gas.

En definitiva, podemos concluir que existe una escasa coordinación entre los instrumentos implementados para fomentar el desarrollo tecnológico en torno al sector petrolero: CT-PETRO, PRH-ANP y cláusula de I+D. Esta última constituye una institución crucial y fuertemente pertinente con el objetivo de nuestra investigación; por ende, en la tercera parte de la Tesis investigaremos sus impactos en el desarrollo tecnológico.

Otra conclusión relevante consiste en que los derechos de propiedad intelectual desempeñan un rol importante en el marco institucional del sector petrolero brasileño. Por ello, en los próximos capítulos profundizaremos en las tecnologías patentadas por los actores implicados en la cláusula de I+D.

Este capítulo completa la segunda parte de la Tesis en la cual desarrollamos nuestra propuesta analítica. Al poseer todos los elementos teóricos, conceptuales y analíticos para la investigación de nuestro problema, podemos finalmente abordar el análisis de los resultados en la siguiente y última parte del trabajo. Antes de ello, en el capítulo siguiente vamos a ilustrar la metodología del estudio de caso.

## METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CASO

**E**n este capítulo explicamos la metodología de investigación adoptada en este trabajo. Comenzaremos por el planteamiento de las hipótesis (7.1). Posteriormente, expondremos una serie de indicadores utilizados para investigar el desarrollo tecnológico (7.2). Por último, profundizaremos en aspectos metodológicos relevantes (7.3).

### 7.1 PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS

En el capítulo 6 hemos concluido que, durante el período de estudio, la cláusula de I+D introducida por la ANP es el mecanismo institucional central para fomentar al desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño. Destacamos también que dicha cláusula constituye un instrumento de política tecnológica único a nivel mundial, por lo que el análisis de sus resultados tiene una relevancia notable para otros países productores de petróleo. Por estas razones, consideramos pertinente plantear nuestra hipótesis principal en los siguientes términos.

**Hipótesis principal.** La cláusula de I+D establecida por la ANP ha fomentado la realización de proyectos de investigación por parte de compañías petroleras, empresas de servicios, universidades y centros de investigación los cuales han contribuido al desarrollo tecnológico entre 1998 y 2015.

Ahora bien, nuestra propuesta analítica señala que la interacción entre actores e instituciones, mediada por las características estructurales, determina el proceso de desarrollo tecnológico. Eso implica que los impactos de la cláusula de I+D dependen de cómo esta institución interactúa con otras y con los actores implicados en el sector petrolero brasileño, y está influida también por las características del sector objeto de estudio. Haciendo hincapié en esta reflexión podemos derivar tres hipótesis secundarias vinculadas con la hipótesis principal.

La primera hipótesis secundaria deriva del rol dominante de Petrobras en el sector petrolero brasileño. Como explicamos en el capítulo 5, la compañía nacional ha operado en monopolio hasta la mitad de los años noventa y ha conseguido mantener una posición hegemónica en la producción nacional de petróleo y gas tras la apertura del sector al mercado.

En el capítulo 6 señalamos que Petrobras fue obligada a cumplir con la cláusula de I+D a partir de 1998. Cabe añadir que la compañía posee un centro de investigación que se ha venido expandiendo desde la década de los sesenta (capítulo 8). En cambio, las otras compañías fueron obligadas a cumplir con la cláusula en 2005, cuando la ANP reguló esta disposición; en aquel momento estas empresas operaban en el sector de E&P brasileño desde pocos años y no poseían centros de investigación en el país. Por ello, es razonable suponer que la contribución de dichas compañías vía cláusula de I+D haya sido secundaria respecto a la de Petrobras y que, además, haya sido más centrada en la financiación de proyectos realizados por universidades y centros de investigación que en la financiación de proyectos internos o conjuntos con empresas de servicios. En definitiva, consideramos oportuno plantear la siguiente hipótesis secundaria.

**Hipótesis 1.** Dadas las características de la cláusula de I+D y el mantenimiento de la posición dominante por parte de Petrobras en la producción nacional de petróleo y gas, la cláusula ha dado continuidad al liderazgo de la compañía en la promoción y ejecución de proyectos de investigación internos o en conjunto con empresas de servicios los cuales han promovido el desarrollo tecnológico.

Pues bien, en el capítulo 4 hemos señalado que existe una interdependencia tecnológica entre compañías petroleras y empresas de servicios en las actividades de E&P. Hemos concluido que es indispensable estudiar cómo las interrelaciones entre las firmas condicionan el desarrollo tecnológico. En concreto, hemos destacado que es necesario otorgar relevancia al estudio de las empresas de servicios que han instalado centros de I+D en Brasil durante el período de estudio. Como dichos centros se encuentran a poca distancia del centro de I+D de Petrobras, es razonable suponer que haya ocurrido una profundización de las relaciones entre la compañía nacional y las empresas de servicios en el ámbito de la investigación aplicada a la E&P.

Conviene recordar que en cumplimiento con la cláusula de I+D las compañías petroleras pueden destinar una parte de sus inversiones obligatorias a proyectos de investigación realizados conjuntamente con empresas de servicios (ver capítulo 6). Es de esperar que dichos

proyectos hayan promovido la incorporación de las empresas de servicios al desarrollo tecnológico.

Eso se manifestaría a través de mayores inversiones en actividades de I+D y en infraestructura física para la investigación. Además, es razonable suponer que la interacción entre compañías petroleras (en particular Petrobras) y empresas de servicios haya promovido la creación de redes entre las firmas, así como la introducción de innovaciones tecnológicas aplicadas a la E&P. Por estas razones, es pertinente plantear la siguiente hipótesis secundaria.

**Hipótesis 2.** Dada la interdependencia tecnológica entre compañías petroleras y empresas de servicios y la posibilidad que las primeras realicen proyectos de investigación en conjunto con las segundas financiados por la cláusula de I+D, la aplicación de la cláusula ha estrechado la relación entre compañías petroleras y empresas de servicios lo cual ha fomentado la contribución de las segundas al proceso de desarrollo tecnológico.

La tercera hipótesis secundaria deriva del papel en el desarrollo tecnológico de las organizaciones de ciencia y tecnología (OCT), esto es, universidades y centros de investigación. Esta hipótesis radica en que dichas organizaciones son actores relevantes del proceso colectivo y sistémico inherente al desarrollo tecnológico (ver capítulo 2).

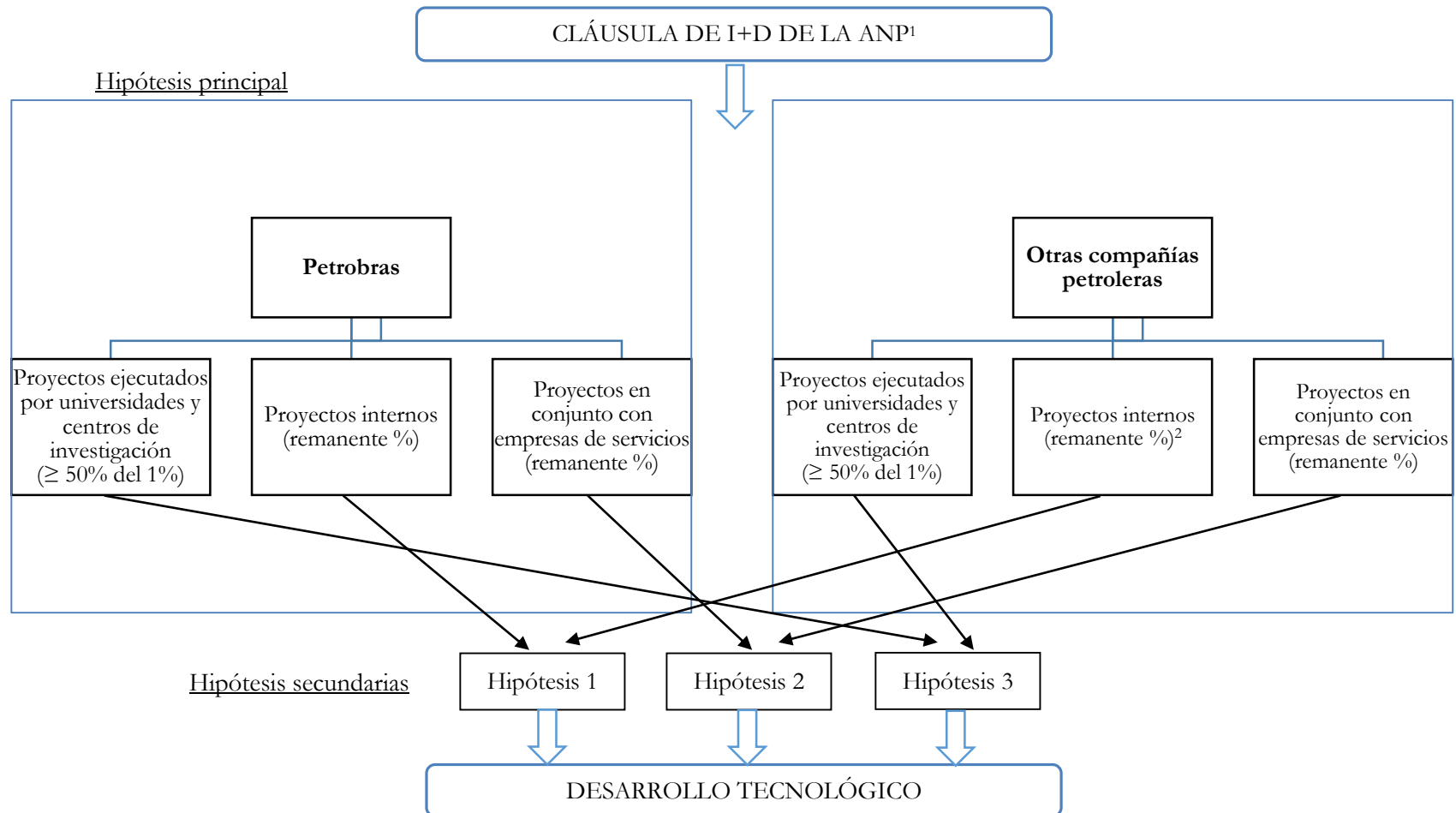
Conviene recordar que las compañías petroleras deben invertir al menos un 50 % del valor obligatorio establecido por la cláusula de I+D en proyectos realizados por universidades y centros de investigación brasileños (ver capítulo 6). Siendo que dichos proyectos han sido coordinados por las propias organizaciones beneficiarias, es de esperar que la cláusula haya fomentado la inversión en la actividad científica y en la infraestructura física. Además, es razonable suponer que los investigadores de dichas organizaciones implicados en los proyectos hayan mejorado su formación y capacitación.

Podemos esperar también que las actividades científicas realizadas por las organizaciones hayan promovido la innovación tecnológica. Además, cabe suponer que los resultados de dichas actividades hayan fomentado la creación de empresas de base tecnológica (EBT), esto es, *start-ups* y *spin-offs* académicos, por parte de los investigadores implicados. Por último, es de esperar que se hayan estrechado las redes de relación entre las compañías petroleras financiadoras de los proyectos y las OCT. En síntesis, vamos a plantear la siguiente hipótesis secundaria.

**Hipótesis 3.** Los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D realizados por universidades y centros de investigación han promovido la inversión en actividades científicas y en la infraestructura física de estas organizaciones. Dichas actividades han fomentado la formación de los recursos humanos implicados y han incentivado la innovación tecnológica y la creación de empresas. Además, se han creado redes de colaboración científica y tecnológica entre dichas organizaciones y las compañías petroleras financiadoras.

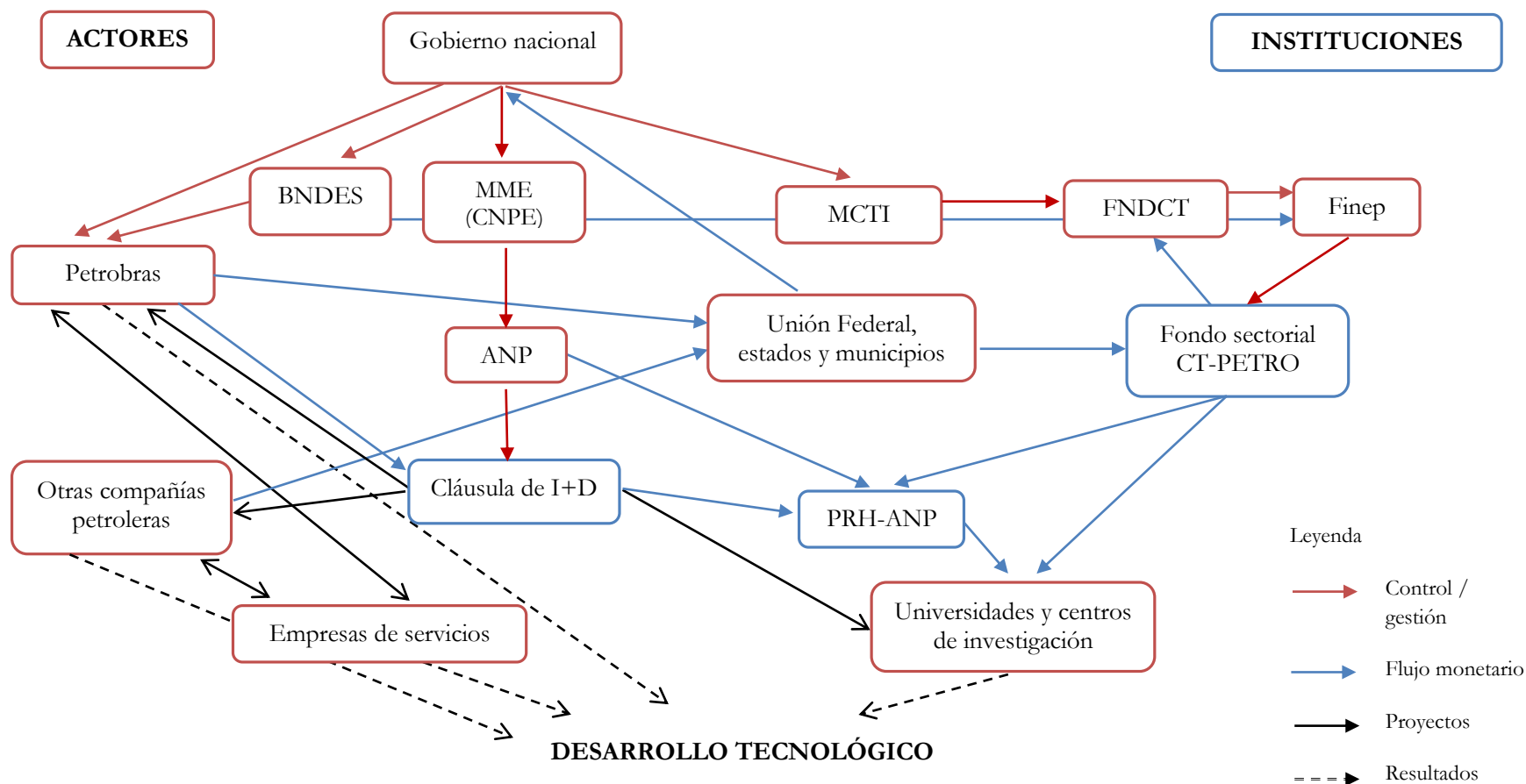
Pues bien, tras haber planteado las hipótesis secundarias, a continuación, vamos a presentar dos esquemas que muestran respectivamente: i) las relaciones generales entre las variables implicadas en las hipótesis de investigación; y ii) cómo dichas hipótesis se insertan en el sistema de relaciones entre los actores y las instituciones del sector petrolero brasileño, esto es, en la propuesta analítica que hemos desarrollado en los capítulos anteriores.

**Gráfico 7.1 Relaciones entre las variables incluidas en las hipótesis de investigación**



Nota: 1) Obligación de invertir en I+D un 1 % del ingreso bruto de los campos petroleros. El valor del ingreso bruto y los porcentajes mínimos obligatorios de inversión en I+D varían en función del tipo de contrato (ver capítulo 6.4). 2) Esta relación es implícita en la hipótesis 1 debido al rol hegemónico de Petrobras

**Gráfico 7.2 Relaciones entre actores, instituciones y desarrollo tecnológico en el caso brasileño**



Notas: ANP = Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles; BNDDES = Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social; CNPE = Consejo Nacional de Política Energética; CT-PETRO = Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural; Finep = Financiadora de Estudios y Proyectos; FNDCT = Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico; MCTI = Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; MME = Ministerio de Minas y Energía; PRH-ANP = Programa de Recursos Humanos de la ANP

## 7.2 INDICADORES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Para investigar los impactos en el desarrollo tecnológico de los proyectos financiados por la cláusula de I+D vamos a adoptar una serie de indicadores. En primer lugar, a nivel muy general, es útil analizar el valor y el origen de las inversiones en I+D realizadas por las compañías petroleras en cumplimiento con la cláusula.

En segundo lugar, cabe determinar el destino de dichas inversiones, para aclarar qué parte ha financiado proyectos realizados por compañías petroleras (internamente o en colaboración con empresas de servicios) y qué parte ha financiado actividades desarrolladas por universidades y centros de investigación.

En tercer lugar, siendo que las compañías petroleras pueden cumplir con la cláusula de I+D invirtiendo en proyectos de creación, ampliación o reforma de edificios, laboratorios y equipamientos científicos, es esencial examinar qué impactos han tenido en la infraestructura física utilizada para la actividad científica.

En cuarto lugar, en el capítulo 2 hemos estudiado las posturas teóricas que abordan el desarrollo tecnológico y hemos identificado una serie de factores que condicionan este proceso. Hemos concluido que un factor determinante del desarrollo tecnológico consiste en las interrelaciones entre los actores públicos y privados. Por ende, es interesante investigar si se han creado redes entre los actores, no solo entre compañías petroleras y empresas de servicios (dada la interdependencia existente entre ellas), sino también entre estos actores, las universidades y los centros de investigación.

En quinto lugar, dichas posturas teóricas señalan también que la innovación es un fenómeno crucial del más amplio proceso de desarrollo tecnológico; por ello, es imprescindible averiguar si los proyectos financiados por la cláusula de I+D han promovido la innovación, y cómo eso ha ocurrido. El análisis de casos concretos será útil para profundizar en la dinámica de ese proceso.

En sexto lugar, en el capítulo 2 hemos destacado que la tecnología consiste predominantemente en conocimiento tácito, que está constituido por capacidades tecnológicas. La acumulación de capacidades es decisiva para el desarrollo tecnológico, en particular la que ocurre a través de los recursos humanos. Por ello, un indicador relevante para nuestra



investigación consiste en el empleo y la formación de los investigadores implicados en los proyectos financiados por la cláusula de I+D.

Por último, cabe resaltar que las actividades de I+D realizadas por las empresas están protegidas por secreto industrial, con lo cual existe un obstáculo notable para la obtención de informaciones sobre ellas. En cambio, con respecto a las actividades realizadas por universidades y centros de investigación, hemos conseguido realizar una encuesta dirigida a los coordinadores de los proyectos la cual nos ha permitido obtener informaciones más detalladas sobre los resultados de sus actividades científicas. Por ello, en este segundo caso vamos a adoptar indicadores más elaborados que para el caso de proyectos realizados por empresas.

La tabla abajo muestra los indicadores que vamos a analizar por cada hipótesis secundaria que hemos planteado. Dichos indicadores serán discutidos y valorados en los capítulos 8 y 9. Cabe adelantar que en algunos casos no hemos podido obtener datos objetivos y por eso hemos tenido que acudir a fuentes subjetivas: en el apartado siguiente vamos a profundizar en la metodología de investigación (en el anexo 1 de esta obra se encuentran aclaraciones adicionales).

Tabla 7.1

**Indicadores de desarrollo tecnológico y fuentes de información**

<b>Fuentes secundarias</b>	<b>Fuentes primarias</b>
<b>Hipótesis 1</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inversión en I+D total en Brasil</li> <li>▪ Inversión en I+D en cumplimiento de la cláusula de I+D</li> <li>▪ Inversión en infraestructura científica física</li> <li>▪ Empleo y formación de recursos humanos</li> <li>▪ Introducción de nuevos o mejorados productos o procesos</li> <li>▪ Depósito de patentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Destino de la inversión en I+D en cumplimiento de la cláusula de I+D</li> <li>▪ Creación de redes entre actores</li> <li>▪ Introducción de nuevos o mejorados productos o procesos</li> </ul>
<b>Hipótesis 2</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inversión en I+D total en Brasil</li> <li>▪ Inversión en infraestructura científica física</li> <li>▪ Empleo y formación de recursos humanos</li> <li>▪ Introducción de nuevos o mejorados productos o procesos</li> <li>▪ Depósito de patentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inversión en I+D recibida a través de la cláusula de I+D</li> <li>▪ Creación de redes entre actores</li> <li>▪ Introducción de nuevos o mejorados productos o procesos</li> </ul>
<b>Hipótesis 3</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organización beneficiaria, título del proyecto realizado y compañía petrolera financiadora</li> <li>▪ Inversión en I+D recibida vía cláusula de I+D</li> <li>▪ Inversión en infraestructura científica física recibida vía cláusula de I+D</li> <li>▪ Introducción de nuevos o mejorados productos o procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impactos en la infraestructura científica física <ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificios, laboratorios, equipamiento y materiales (nuevos, ampliados o reformados)</li> </ul> </li> <li>▪ Impactos en la actividad científica <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos financieros para la investigación</li> <li>- Nuevos proyectos para desarrollar los resultados del proyecto financiado por la cláusula de I+D</li> <li>- Nuevos proyectos con otras empresas para desarrollar los resultados del proyecto financiado por la cláusula de I+D</li> <li>- Disertaciones académicas y tesis doctorales</li> <li>- Publicaciones científicas en revistas internacionales</li> </ul> </li> <li>▪ Impactos en la formación de recursos humanos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencias y habilidades de los investigadores</li> <li>- Creación de redes de investigación con otras organizaciones</li> <li>- Contratación de investigadores</li> <li>- Permanencia de investigadores en el mismo equipo</li> <li>- Participación en seminarios, congresos, etc.</li> </ul> </li> <li>▪ Introducción de nuevos o mejorados productos o procesos</li> <li>▪ Depósito de patentes (y porcentaje de propiedad para la organización)</li> <li>▪ Creación de empresas de base tecnológica (EBT)</li> </ul>

Fuente: elaboración propia. Nota: la introducción de nuevos o mejorados productos o procesos ha sido investigada integrando fuentes primarias y secundarias

### **7.3 EL TRABAJO DE CAMPO**

La Tesis consiste en un estudio de caso. El estudio de caso es un método de investigación para el estudio de un fenómeno social a través de un análisis profundo de un caso (individuo, grupo, empresa, sector, evento, etc.). Hemos adoptado este método puesto que, de acuerdo con Yin (2003), el estudio de caso es el método preferido cuando: i) las preguntas de investigación están formuladas en las modalidades “cómo” y “por qué”; ii) el investigador tiene poco o ningún control sobre los eventos; y iii) se pretende investigar un fenómeno contemporáneo.

El estudio de caso puede apoyarse en un amplio conjunto de técnicas. El investigador puede combinar técnicas cuantitativas y cualitativas para analizar un único caso en que pretende abordar preguntas de investigación complejas recogiendo un amplio conjunto de evidencias. Al respecto, hemos realizado un trabajo de campo en Brasil entre 2015 y 2016 para recoger datos a través de fuentes primarias y secundarias<sup>316</sup>. Esta técnica ha sido primordial para investigar los impactos de los proyectos financiados por la cláusula de I+D siendo que no había estudios previos sobre el tema.

En primer lugar, hemos realizado 76 entrevistas semiestructuradas con expertos clave del sector petrolero brasileño: i) 45 gerentes de compañías petroleras, empresas de servicios y asociaciones relevantes del sector; ii) dieciséis coordinadores de proyectos financiados por la cláusula de I+D (pertenecientes a universidades y centros de investigación); y iii) tres funcionarios de la agencia reguladora del sector (la ANP).

En segundo lugar, hemos realizado una encuesta basada en un cuestionario anónimo que ha sido completado por 156 coordinadores de proyecto financiados por la cláusula de I+D (ver el texto completo en el anexo 2). El cuestionario no ha podido ser aplicado a los proyectos realizados por las compañías petroleras y las empresas de servicios (financiados por la cláusula de I+D) siendo que están protegidos por secreto industrial. Dichos proyectos han sido investigados a través de fuentes secundarias y de entrevistas a gerentes de las empresas implicadas, como hemos adelantado arriba.

En tercer lugar, hemos visitado personalmente la sede y el centro de I+D tanto de Petrobras como de otras compañías petroleras y de empresas de servicios. Además, hemos

---

<sup>316</sup> Ver aclaraciones metodológicas en el anexo 1.

visitados siete laboratorios científicos que fueron construidos o reformados con los recursos procedentes de la cláusula de I+D.

Con respecto a la metodología de investigación, cabe señalar que en el pasado la técnica cualitativo-inductiva fue criticada por ser considerada débil e incapaz de generar una teoría. En cambio, el modelo científico hipotético-deductivo acabó predominando la investigación en ciencias sociales<sup>317</sup>. Este paradigma dominante comenzó a ser discutido a finales de los años sesenta con la introducción de la teoría fundamentada (*grounded theory*), que consiste en un acercamiento teórico basado en datos obtenidos a través de la investigación social (Glaser y Strauss, 1967)<sup>318</sup>.

La crítica central de la teoría fundamentada contra la teoría basada en el modelo hipotético-deductivo consiste en que la segunda estriba en asunciones a priori sobre una realidad compleja cuyo estudio requiere la observación del fenómeno social para poder fundamentar una teoría sobre ella. A partir de esa crítica, el estudio de caso ha empezado gradualmente a ser reconocido como un método de investigación oportuno en las ciencias económicas y sociales.

Es importante destacar que la estrategia de investigación del estudio de caso puede incurrir en una serie de limitaciones. En primer lugar, la investigación cualitativa profundiza en procesos y significados que no pueden ser examinados o medidos rigurosamente en términos cuantitativos. La técnica cualitativa otorga relevancia a la natura socialmente construida de la realidad, así como a la relación entre el investigador y su objeto de estudio (Denzin y Ryan, 2007).

En general, esta técnica implica un acercamiento *inductivo* a la relación entre teoría e investigación, pues se parte de la observación y los resultados para después formular una teoría. Sin embargo, los trabajos cualitativos pueden adoptar también un acercamiento *deductivo*: a partir de una teoría se formulan hipótesis y se analizan los datos recogidos para confirmarlas o rechazarlas y, en su caso, revisar la teoría (Bryman, 2004).

En segundo lugar, otra limitación consiste en el grado de representatividad del caso estudiado respecto a la población o al fenómeno observado. No obstante, a nuestro entender, también casos considerados poco representativos pueden contribuir a la teoría. Por ejemplo, el

---

<sup>317</sup> Véase Platt (2007).

<sup>318</sup> De acuerdo con Glaser y Strauss (1967) la teoría fundamentada puede ser considerada un estilo de análisis cualitativo o una aproximación teórica, más que un método o una técnica en sí.

estudio de caso puede extender el campo de conocimiento científico y propiciar el surgimiento de una teoría cuando analiza una situación que todavía no ha sido investigada por los académicos. Ahora bien, nuestra investigación no pretende generar una nueva teoría, sin embargo, los resultados podrían contribuir a un avance en el estudio de la relación teórica entre recursos naturales y desarrollo económico.

En tercer lugar, una controversia metodológica consiste en cómo el estudio de caso puede contribuir a generalizar sus conclusiones a otros casos o a enriquecer la teoría general. A nuestro entender, esta crítica asume de forma simplista que el propósito de toda investigación es comprobar una teoría siguiendo el modelo hipotético-deductivo. La dificultad de extender los resultados a situaciones análogas, que tiene que ver con el principio de validez externa (*external validity*).

Sin embargo, como observa Yin (2003), el investigador debe tratar de generalizar los hallazgos más a la teoría que a otros casos. Por eso, la validez externa de la investigación debe ser evaluada a la luz de su relación con los planteamientos teóricos y no por su integral e idéntica aplicación a casos similares<sup>319</sup>. Para abordar este principio el diseño de nuestra investigación ha sido fundamentado en una revisión crítica de la literatura que nos ha permitido identificar teorías apropiadas para abordar el estudio del caso brasileño.

En cuarto lugar, el estudio de caso debe respetar el principio de validez interna (*internal validity*): eso afecta principalmente a estudios de caso explicativos o causales, que tratan de determinar si un evento determinado conduce a otro<sup>320</sup>. Uno de los factores que pueden debilitar la validez interna es el grado de fiabilidad en las respuestas obtenidas de los encuestados: es posible que estos no revelen completamente la información o que sean influidos por el entrevistador. Para minimizar este problema, hemos decidido realizar pruebas piloto de entrevistas y cuestionarios con seis profesionales (gerentes de empresa y profesores universitarios) que tienen más de veinte años de experiencia relevante en el sector petrolero.

En quinto lugar, otro principio elemental que el estudio de caso debe respetar la validez del constructo (*construct validity*). Eso implica que en la recolección de datos deben aplicarse dos criterios: usar múltiples fuentes de evidencia y establecer una cadena de evidencia. Para cumplir

---

<sup>319</sup> El estudio de caso puede basarse en un muestreo teórico (*theoretical sampling*), que consiste en tomar una muestra con el objetivo de abordar una teoría y no solo para representar una dada población.

<sup>320</sup> Si se concluye erróneamente que hay relación causal entre los dos eventos sin conocer que hay otro tercer factor que puede haber causado el segundo, pues el diseño de la investigación carece de validez interna (Yin, 2003).

con este principio, hemos recogido datos e informaciones desde diversas fuentes secundarias y primarias tratando de entender la dinámica del fenómeno analizado.

Las fuentes secundarias que hemos utilizado derivan principalmente de: i) documentos de la agencia reguladora del sector petrolero brasileño (ANP); ii) informes anuales de las compañías petroleras y las empresas de servicios; iii) artículos científicos; iv) publicaciones de universidades y centros de investigación; y v) otras publicaciones pertinentes (e.g. revistas especializadas). Además, dada la fuerte carencia de datos objetivos sobre algunas variables, el estudio de caso ha tenido que desarrollarse en gran medida sobre la base de informaciones obtenidas a través de entrevistas y cuestionarios. En cualquier caso, es importante considerar que dichas informaciones complementan a las más objetivas procedentes de fuentes secundarias, como mostraremos en los capítulos 8 y 9.

Por último, el estudio de caso debe poseer confiabilidad (*reliability*), que consiste en la capacidad de un instrumento de producir mediciones consistentes de un fenómeno cada vez que se aplica. A ese respecto, hemos intentado explicar todos los pasos realizados durante la investigación y las fuentes utilizadas. Eso permite que otro investigador pueda obtener los mismos resultados siguiendo nuestro proceso. Por ello, hemos adoptado un protocolo de estudio de caso y hemos creado una base de datos con toda la documentación recogida.

Ahora bien, un punto crítico de nuestro método de investigación consiste en las distorsiones relativas a la selección de la muestra. En primer lugar, puesto que el proceso de muestreo no es casual, los juicios personales del investigador pueden condicionar la selección de los encuestados. En nuestro caso, hemos optado por un muestreo dirigido (intencional) basado en criterios de relevancia y pertinencia con el estudio de caso<sup>321</sup>. Los destinatarios del cuestionario han sido identificados en base a un criterio objetivo: haber sido coordinadores de proyectos financiados por la cláusula de I+D (ver anexo 1).

El muestreo de conveniencia (*convenience sampling*) tiene una limitación: la generalización de los resultados encontrados en la muestra hacia la población; sin embargo, este inconveniente es un rasgo característico del estudio de caso. A nuestro entender, el método cualitativo basado en

---

<sup>321</sup> El muestreo de conveniencia nos ha permitido obtener informaciones relevantes sobre nuestro caso, puesto que hemos incluido un número considerable de coordinadores de proyecto de I+D (de OCT) y de gerentes de empresa. Los criterios de muestreo han sido establecidos con el propósito de seleccionar los individuos que aportan informaciones pertinentes con el análisis del problema observado. Ese tipo de muestreo es compatible con el objetivo de indagar cualitativamente un fenómeno; no supone necesariamente una falta de rigor científico si el diseño del estudio es preciso, detallado y sigue los principios de validez que hemos discutido anteriormente.

el muestreo intencional permite profundizar en aspectos concretos de la realidad sin pretender una generalización completa de los resultados a la población<sup>322</sup>.

En la investigación cualitativa la cuestión del muestreo tiene una importancia relativa, puesto que el objetivo es explorar o describir la diversidad existente en el caso analizado. En nuestro caso, hemos profundizado en la investigación hasta que alcanzar un punto de “saturación” de los hallazgos: hemos adquirido nuevos datos hasta que hemos considerado que toda la información relevante para contestar la pregunta de investigación estaba recogida (Kumar, 2005).

Una segunda fuente de distorsión en nuestro trabajo consiste en que ha sido imposible contactar algunos profesionales del sector petrolero brasileño. No obstante, eso ha ocurrido en muy pocos casos y no consideramos que haya tenido un impacto significativo en los resultados de nuestro estudio. Además, hemos revisado múltiples fuentes de información secundarias y hemos logrado entrevistar los gerentes de las mayores empresas del sector, así como funcionarios de la ANP y de otras organizaciones relevantes.

Con respecto al tamaño de la muestra, en general se supone que cuanto más amplia sea, tanto más se incrementa la precisión de la misma debido a un menor error de muestreo. Sin embargo, al aumentar el tamaño de la muestra no necesariamente aumenta la información relevante<sup>323</sup>. Los actores que hemos incluido en la muestra han sido definidos en los capítulos 4 y 5.

Para concluir, conviene señalar que en el anexo 1 de esta obra se encuentran informaciones más detalladas sobre el muestreo y la metodología de investigación que hemos adoptado.

---

<sup>322</sup> Como denota Yin (2003), es necesario distinguir entre la generalización estadística, que se basa en la extensión de los mero resultados cuantitativos de un caso a otro, y la generalización analítica, que tiene que ver con la aplicación de conceptos, postulados y proposiciones teóricas y empíricas extraídas de un caso a otros similares.

<sup>323</sup> Además, la dimensión de la muestra debe ajustarse a la factibilidad práctica de realizar el trabajo de campo por parte del investigador, dados los recursos económicos y el tiempo disponibles.

---

## **PARTE III**

# **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO**

---





## CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS COMPAÑÍAS PETROLERAS Y LAS EMPRESAS DE SERVICIOS

**E**n este capítulo vamos a abordar las hipótesis secundarias 1 y 2 relativas al papel de Petrobras y las empresas de servicios en el desarrollo tecnológico (ver capítulo 7). La hipótesis 3 vinculada con el rol de las universidades y los centros de investigación será analizada en el capítulo siguiente puesto que, como señalamos en el capítulo 7, la metodología de investigación adoptada para corroborarla ha sido diferente respecto a las primeras dos hipótesis.

Comenzaremos por analizar el destino de las inversiones generadas por la cláusula de I+D (8.1). Eso es indispensable para aclarar cuántos recursos han sido destinados a proyectos ejecutados por Petrobras y otras compañías petroleras y cuántos han financiado actividades realizadas por universidades y centros de investigación.

A partir de ello, vamos a investigar el impacto en el desarrollo tecnológico de los proyectos realizados por Petrobras (8.2). Debido a la larga presencia de la compañía en el sector petrolero brasileño, adoptaremos una perspectiva histórica para poder analizar los antecedentes de la introducción de la cláusula.

Por último, analizaremos el impacto en el desarrollo tecnológico de los proyectos realizados por las empresas de servicios en colaboración con las compañías petroleras (8.3). Otorgaremos relevancia a las firmas líderes en las actividades de E&P que hemos identificado previamente en el capítulo 4. Finalizaremos el capítulo con la discusión de las conclusiones (8.4).

### 8.1 INVERSIONES GENERADAS POR LA CLÁUSULA DE I+D

Para poder investigar el impacto de los proyectos financiados por la cláusula de I+D, es esencial determinar cuántas inversiones han sido generadas por este mecanismo y cómo han sido efectivamente destinadas. Los datos de la ANP indican que dichas inversiones han crecido

de manera paulatina hasta acumular cerca de BRL 11 188 millones entre 1998 y 2015 (tabla abajo)<sup>324</sup>. Si bien Petrobras ha aportado casi un 95 % de los recursos totales, conviene notar que la contribución de otras compañías petroleras ha ido aumentando gradualmente.

**Tabla 8.1**

**Inversiones obligatorias generadas por la cláusula de I+D (BRL; 1998-2015)**

Año	Petrobras	Otras compañías <sup>1</sup>	Inversión total (Petrobras + otras compañías)	Tasa de variación anual (%)
1998	1 884 529	n.a. <sup>2</sup>	1 884 529	...
1999	29 002 556	n.a. <sup>2</sup>	29 002 556	1438,98
2000	94 197 339	n.a. <sup>2</sup>	94 197 339	224,79
2001	127 274 445	n.a. <sup>2</sup>	127 274 445	35,11
2002	263 536 939	n.a. <sup>2</sup>	263 536 939	107,06
2003	323 299 906	n.a. <sup>2</sup>	323 299 906	22,68
2004	392 585 953	11 117 686	403 703 639	24,87
2005	506 529 318	2 279 136	508 808 454	26,04
2006	613 841 421	2 547 915	616 389 336	21,14
2007	610 244 146	6 259 121	616 503 266	0,02
2008	853 726 089	7 132 144	860 858 233	39,64
2009	633 024 264	5 858 020	638 882 284	-25,79
2010	735 337 136	11 579 885	746 917 020	16,91
2011	990 480 683	41 416 212	1 031 896 895	38,15
2012	1 148 763 766	77 922 925	1 226 686 691	18,88
2013	1 161 786 262	98 080 695	1 259 866 956	2,70
2014	1 246 469 446	161 095 785	1 407 565 231	11,72
2015	894 001 057	136 955 340	1 030 956 397	-26,76
<i>Total</i>	<i>10 625 985 254</i>	<i>562 244 862</i>	<i>11 188 230 116</i>	<i>...</i>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANP. Nota: 1) las compañías petroleras diferentes de Petrobras han sido obligadas a cumplir con la cláusula de I+D a partir de 2005; sin embargo, debido a que dicha obligación está vinculada con el surgimiento de la Participación Especial en un período anterior, una parte de las inversiones obligatorias ha sido asignada al año 2004. 2) no aplicable

En 2014 la ANP estimó que las inversiones generadas por la cláusula de I+D aumentarían paulatinamente en los años siguientes hasta alcanzar un pico de casi BRL 4000 millones anuales en 2020<sup>325</sup>. Sin embargo, en 2015 la tendencia creciente de las inversiones se ha interrumpido a causa de una fuerte caída de los precios de referencia del crudo que ha afectado los ingresos brutos de los campos petroleros sujetos a la Participación Especial; estos ingresos determinan el valor de las inversiones obligatorias (ver capítulo 6). Por otra parte, la futura entrada en producción de campos gigantes en el Presal, como Libra, contribuirá a incrementar las inversiones generadas por la cláusula de I+D. Por consiguiente, es razonable esperar que la cláusula siga generando nuevas inversiones en I+D al menos en la próxima década.

<sup>324</sup> Petrobras fue obligada a cumplir con la cláusula de I+D a partir de 1998 tras la “ronda cero” (ver capítulo 6).

<sup>325</sup> Fuente: ANP, 2014. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 5 de enero de 2014.

Es importante considerar que el valor de las inversiones obligatorias generadas por la cláusula de I+D no corresponde con el valor de las inversiones *autorizadas* por la ANP, siendo que tan solo determinados gastos necesitan una autorización previa de la agencia reguladora (los gastos relativos a los proyectos realizados por OCT)<sup>326</sup>. Entre 2006 y 2015, período en que hay datos disponibles, las inversiones en I+D autorizadas por la ANP fueron superiores a BRL 4643 millones (tabla abajo)<sup>327</sup>.

Tabla 8.2

**Inversiones generadas por la cláusula de I+D, por compañía petrolera (en BRL)**

Compañía petrolera	Inversión obligatoria (1998-2015)	% del total	Inversión autorizada (2006-2015)	Proyectos autorizados (n.º)	% del total
Petrobras	10 625 985 254	94,97	4 312 324 357	1234	92,86
BG	172 875 377	1,55	193 771 223	39	4,17
Repsol-Sinopec <sup>1</sup>	84 285 947	0,75	10 363 982	10	0,22
Statoil	83 209 045	0,74	36 857 048	19	0,79
Sinochem	55 472 696	0,50	16 964 173	12	0,37
Petrogal Brasil <sup>2</sup>	49 947 214	0,45	20 570 462	12	0,44
Chevron	27 711 795	0,25	6 365 974	9	0,14
Shell	23 869 727	0,21	23 510 770	5	0,51
Queiroz Galvão E&P	23 604 489	0,21	7 433 790	5	0,16
Frade Japão <sup>3</sup>	9 780 656	0,09	3 157 523	1	0,07
Parnaíba Gas Natural	6 546 595	0,06	8 314 557	2	0,18
Brasão Manati	5 245 442	0,05	236 250	2	0,01
GeoPark Brasil <sup>4</sup>	5 245 442	0,05	784 004	4	0,02
ONGC Campos <sup>5</sup>	4 951 848	0,04	503 790	2	0,01
QPI Brasil Petróleo	3 469 122	0,03	192 289	2	<0,01
BPMB Parnaíba <sup>6</sup>	2 805 684	0,03	0	0	0
BP <sup>7</sup>	1 934 271	0,02	2 321 858	2	0,05
Maersk Oil <sup>8</sup>	1 289 514	0,01	0	0	0
Total	n.d. <sup>9</sup>	n.d. <sup>9</sup>	92 198	1	<0,01
<i>Total</i>	<i>11 188 230 118<sup>10</sup></i>	<i>100</i>	<i>4 643 764 247</i>	<i>1361</i>	<i>100</i>

Fuente: nuestra elaboración a partir de datos de la ANP. Los datos no contemplan las auditorías efectuadas por la *Superintendência de Gestão de Pessoas* (ANP/SGP). Notas: 1) Repsol-Sinopec es una empresa mixta entre Repsol y China Petroleum & Chemical Corporation (Sinopec); 2) Petrogal Brasil es una empresa mixta entre Galp (70 %) y China Petroleum & Chemical Corporation (Sinopec) (30 %); 3) Frade Japão es una empresa mixta entre Inpex Corporation y Sojitz Corporation; 4) Incluye las obligaciones de la empresa Rio das Contas, que ha sido adquirida por GeoPark Brasil en 2014; 5) ONGC Campos es de propiedad de ONGC Videsh; 6) la empresa fue fundada en 2011 como Petra Parnaíba S.A. y fue incorporada en BTG Pactual en 2013; no hay información sobre el destino de la inversión obligatoria; 7) la ANP ha autorizado BP a realizar dos proyectos de I+D por un valor superior a la obligación de la propia compañía; 8) en 2012 Maersk Oil anunció el destino de la inversión obligatoria total a un proyecto realizado por la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* (UFRGS) que, sin embargo, todavía no ha sido autorizado. 9) no disponible. 10) el valor no corresponde al total indicado en la tabla 8.1 por un mero efecto de redondeo

<sup>326</sup> Véanse el Reglamento Técnico ANP 5/2005 y el Reglamento Técnico ANP 3/2015. Cabe considerar que la obligación de la cláusula de I+D surge en el momento en que ocurre el requisito establecido por la ANP, esto es, el pago de la Participación Especial. Por otro lado, la autorización de la ANP para ejecutar un proyecto de I+D normalmente demora de dos a seis meses a partir del surgimiento de la obligación; por ello, existe un desfase temporal entre el valor obligatorio y el valor autorizado. Ver capítulo 6.

<sup>327</sup> Una lista completa de los proyectos autorizados en cada año se encuentra en el anexo 4 de esta obra.

Cómo hemos adelantado arriba, es imprescindible investigar cómo los recursos generados por la cláusula han sido efectivamente aplicados por las compañías petroleras <sup>328</sup>. Lamentablemente, la ANP no publica esta información<sup>329</sup>. Frente a la falta de datos por parte de la agencia reguladora, hemos tenido que acudir a las informaciones que nos han proporcionado las compañías petroleras; hemos encontrado que, entre 1998 y 2015, Petrobras destinó un 50 % de sus inversiones obligatorias a proyectos desarrollados por OCT, un 40 % a actividades internas y un 10 % a proyectos realizados en colaboración con empresas de servicios. Por otro lado, las otras compañías petroleras invirtieron un 90 % de sus obligaciones en proyectos ejecutados por OCT, un 6 % en actividades realizadas en conjunto con empresas de servicios y un 4 % en proyectos internos.

Ahora bien, siendo que Petrobras aportó casi un 95 % de todas las inversiones generadas por la cláusula de I+D en 1998-2015, ponderando los datos anteriores se puede derivar que, en total, las OCT recibieron poco más del mínimo que les asignaba la cláusula (que es de un 50 % del valor obligatorio). Una parte relevante de los recursos totales fue invertida en proyectos realizados internamente por Petrobras, en su propio centro de investigación. Por otro lado, menos de un 10 % de las inversiones totales fue destinado a proyectos realizados conjuntamente por compañías petroleras y empresas de servicios. Por último, una parte exigua de los recursos totales fue invertida en proyectos internos realizados por otras compañías petroleras (gráfico abajo).

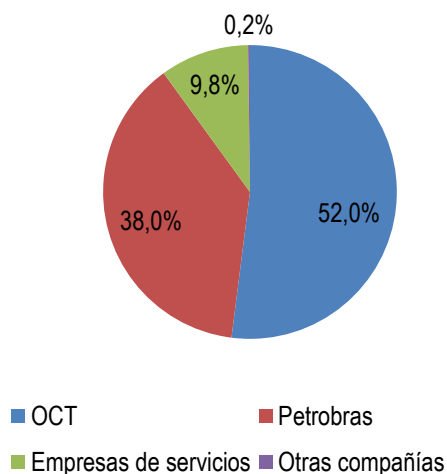
---

<sup>328</sup> Conviene recordar que las compañías petroleras pueden invertir en proyectos realizados en sus propias instalaciones (o de sus afiliadas), o en colaboración con empresas brasileñas, la parte remanente del gasto obligatorio previsto por la cláusula de I+D no destinada a OCT. Ver capítulo 6.

<sup>329</sup> Cabe considerar que, por un lado, hay secreto profesional sobre los proyectos autorizados por la ANP; por otro lado, las actividades ejecutadas por las compañías petroleras (internamente o en conjunto con otras empresas) no requieren una autorización previa de la ANP: la agencia reguladora verifica solo el cumplimiento de la obligación sin publicar los detalles de los proyectos.

**Gráfico 8.1**

**Destino de las inversiones generadas por la cláusula de I+D**  
(% de las inversiones obligatorias totales; 1998-2015)



Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas con gerentes de Petrobras y otras compañías petroleras.  
Nota: OCT = organizaciones de ciencia y tecnología

Es importante resaltar que entre 1998 y 2015 casi todas las compañías petroleras distintas de Petrobras han invertido en I+D en Brasil un valor apenas suficiente para cumplir con la cláusula de la ANP. Esto indica que, como han confirmado nuestros entrevistados, dichas empresas han invertido en I+D precisamente porque fueron obligadas por la ANP. Esto es, las compañías petroleras adaptaron sus estrategias en respuesta al cambio del marco institucional. Cabe preguntarse qué habría ocurrido en ausencia de la cláusula de I+D; por otra parte, cabe recordar que las compañías petroleras han entrado en el sector de E&P brasileño tan solo a partir de 1999 y además, cuando fue introducida la cláusula, todavía no poseían centros de I+D en el país.

Por otro lado, cuatro compañías petroleras (BG, Chevron, Shell y Statoil) sí han invertido en I+D un valor superior a la obligación establecida por la cláusula de la ANP, como explicamos a continuación<sup>330</sup>. Además, BG y Statoil han invertido también en la instalación de propios centros de I+D en Brasil. La creación de dichos centros responde a la estrategia de desarrollo de capacidades tecnológicas para posibilitar la E&P en aguas profundas, en particular en el Presal (ver capítulo 3).

<sup>330</sup> Esta información ha sido comprobada a través de entrevistas.

Conviene aclarar que, a través de sus propios centros de investigación, las compañías petroleras pueden destinar las inversiones generadas por la cláusula de I+D a proyectos realizados internamente; eso constituye un cambio cualitativo apreciable en la forma en cómo participan al proceso de desarrollo tecnológico siendo que, hasta la fecha, dichas compañías han destinado casi todas sus inversiones obligatorias a proyectos realizados por OCT.

La compañía BG presentó, a finales de 2015, un proyecto de inversión para la creación del Centro de Investigación para Innovación en Gas Natural (*Centro de Pesquisa para Inovação em Gás Natural*) en Brasil. El nuevo centro de investigación de la compañía requerirá una inversión de BRL 30 millones, que se suma a las inversiones de la compañía realizadas en cumplimiento con la cláusula de I+D. El proyecto recibirá también el apoyo de la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (*Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*, FAPESP), la agencia pública de fomento a la investigación del estado de São Paulo.

Dicho centro será equipado con tecnología de última generación para la investigación en el sector de gas natural y será instalado dentro de la Escuela Politécnica de la *Universidade de São Paulo* (USP). Además, como explicaremos en el próximo apartado, BG ha empezado la construcción de un centro de I+D en el Parque Tecnológico de la Universidad Federal de Río de Janeiro (PT-UFRJ). Eso refleja un profundo cambio de estrategia puesto que BG no tiene ningún centro de investigación fuera de su país de origen. La instalación del centro de I+D está directamente vinculada con el incremento de la inversión en I+D en cumplimiento con la cláusula de la ANP: hasta la fecha, BG es la segunda compañía que ha aportado más recursos a través de este mecanismo.

Chevron invirtió en I+D en Brasil BRL 44 millones (en 2010-2014) contra una obligación de inversión vía cláusula de I+D de apenas BRL 27,7 millones (en 2006-2015)<sup>331</sup>. Dichas inversiones han sido destinadas a la financiación de quince proyectos de I+D desarrollados en colaboración con cinco universidades y un centro de investigación brasileños. Lamentablemente, por razones de secreto industrial la compañía no revela informaciones detalladas sobre dichos proyectos. Cabe añadir que Chevron invirtió también BRL 1 millón, suma adicional respecto a las obligaciones de la cláusula de I+D, para financiar nuevos

---

<sup>331</sup> No encontramos datos sobre la inversión en I+D total de Chevron en un período de tiempo más amplio.

laboratorios de investigación en geomecánica en la *Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro* (PUC-Rio)<sup>332</sup>.

Shell invirtió cerca de BRL 25 millones entre 2009 y 2013 en la construcción de nuevos laboratorios científicos en diversas universidades brasileñas; dicha inversión es muy superior a la inversión obligatoria establecida por la cláusula de I+D en el mismo período (BRL 16 millones)<sup>333</sup>.

Statoil inauguró en 2011 el *Research Center Rio*, un centro de investigación basado en Río de Janeiro que está desarrollando actualmente diecinueve proyectos de investigación aplicada a la E&P mar adentro<sup>334</sup>. Entre 2011 y 2015, este centro invirtió cerca de BRL 100 millones en infraestructura (laboratorios, equipamientos, etc.) y en actividades científicas realizadas tanto internamente como en colaboración con Petrobras, empresas de servicios y universidades. Cabe notar que dicha inversión es superior a la obligación establecida por la cláusula de I+D, que en ese mismo período fue BRL 83,2 millones<sup>335</sup>. La creación del centro de investigación en Brasil constituye un cambio cualitativo notable siendo que Statoil posee centros de I+D apenas en Noruega (país de origen) y Canadá.

Ahora bien, como las compañías petroleras distintas de Petrobras han destinado casi todas sus inversiones obligatorias generadas por la cláusula de I+D para financiar proyectos de investigación realizados por OCT, el impacto en el desarrollo tecnológico vía actividades internas o en conjunto con empresas de servicios ha sido secundario respecto a Petrobras. A pesar de eso, es interesante destacar, a título ilustrativo, un proyecto desarrollado por BG en colaboración con una empresa brasileña.

El proyecto en cuestión ha sido financiado integralmente por BG vía cláusula de I+D por un valor de BRL 3,1 millones y ha sido ejecutado en colaboración con Hytron, una empresa de base tecnológica (EBT) brasileña. El objetivo del proyecto era desarrollar un reformador de gas natural de alta complejidad tecnológica capaz de producir hidrógeno para la generación de energía de celdas combustibles. La actividad de investigación ha sido desarrollada en la sede de

---

<sup>332</sup> Los laboratorios fueron inaugurados en julio de 2015. Fuente: Chevron, 2015. *Chevron e PUC-Rio inauguram dois laboratórios com a mais alta tecnologia em geomecânica disponível no país*. 3/7/2015. Disponible en: <<https://www.chevron.com.br/noticias/noticia.aspx?id=8dfaa986-f8f2-4de1-a8c4-ca6500ba6853>>.

<sup>333</sup> Fuente: ANP, 2013. Entrevista a Carlos Montagna. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 4, diciembre de 2013, pp.3-5.

<sup>334</sup> Hemos visitado personalmente la sede del *Research Center Rio*.

<sup>335</sup> Fuente: Petronoticias, 2015. *Statoil reforça pesquisas no Brasil e planeja aplicar novas tecnologias em Peregrino*. 1/9/2015. Disponible en: <<http://www.petronoticias.com.br/archives/73825>>.



Hytron y ha resultado en la fabricación de un prototipo que se encuentra actualmente en fase de prueba.

De acuerdo con los gerentes de Hytron, la cláusula de I+D ha sido vital para emprender el proyecto con BG siendo que, en general, las compañías petroleras no suelen colaborar con pequeñas empresas brasileñas. Conviene notar que cuando BG fue obligada por la ANP a invertir en cumplimiento con la cláusula de I+D, la compañía no poseía un centro de I+D en Brasil y, por ende, decidió buscar socios para desarrollar un proyecto que era de interés prioritario para sus actividades. Esto es, la cláusula de I+D fue un estímulo decisivo para que BG entrara en relación con Hytron.

Sin embargo, la interacción entre los investigadores de Hytron y los técnicos de BG ha sido muy débil y que la compañía petrolera se ha limitado a indicar las líneas generales del proyecto y ha delegado por completo las actividades a Hytron. De esa forma, la transferencia de conocimiento y experiencias entre las dos partes ha sido exigua. Este aspecto es crucial dado que la creación de redes entre actores es un vehículo para fomentar el desarrollo tecnológico; como veremos más adelante, en el caso de Petrobras esa interacción en el ámbito de proyectos conjuntos con empresas y universidades ocurrió de manera mucho más profunda.

En síntesis, la introducción de la cláusula de la ANP ha generado un flujo creciente de inversión en I+D por parte de las compañías petroleras. Petrobras ha sido la mayor contribuyente, lo que deriva de su protagonismo en el sector petrolero; por otro lado, la aportación de otras compañías petroleras ha sido marginal, aunque ha ido creciendo en los últimos años. Cerca de la mitad de las inversiones obligatorias totales generadas por la cláusula de I+D ha sido destinada a proyectos realizados por OCT; analizaremos los impactos de estos proyectos en el capítulo 9.

Por otro lado, una amplia parte de dichas inversiones ha financiado proyectos realizados internamente por Petrobras. Debido a eso y a la posición hegemónica de la compañía en la producción nacional de petróleo y gas, en el siguiente apartado vamos a investigar el desarrollo tecnológico de Petrobras con el objetivo de abordar la hipótesis 1. Dada la larga presencia de la compañía en el sector, analizaremos sus actividades en perspectiva histórica.

## 8.2 EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE PETROBRAS

En el capítulo 5 explicamos que la formación del sector petrolero moderno en Brasil coincide con la fundación de Petrobras en la década de los cincuenta. La compañía nacional ha operado en monopolio hasta la apertura del sector. Por ello, el proceso de desarrollo tecnológico en el sector petrolero previo a la introducción de la cláusula de I+D fue promovido básicamente por Petrobras. Como en el capítulo 2 destacamos que la herencia condiciona el desarrollo tecnológico, es imprescindible estudiar el papel de la compañía nacional en perspectiva histórica desde la etapa del monopolio. El análisis de los antecedentes permitirá valorar los elementos de cambio y continuidad tras la apertura del sector y la implementación de la cláusula de I+D. Como explicaremos, algunos cambios no se deben en exclusiva a la introducción de la cláusula sino a la propia ruptura del monopolio estatal.

### 8.2.1 DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA ETAPA DEL MONOPOLIO (1954-1994)

Desde la fundación de Petrobras, en 1954, ha ocurrido una constante interacción entre el Estado brasileño y la estrategia tecnológica de la compañía. A continuación, vamos a ilustrar cómo la evolución histórica de esa interrelación ha permitido consolidar un sistema de relaciones en torno a Petrobras que ha contribuido al desarrollo tecnológico.

Las primeras actividades de investigación en el sector petrolero brasileño fueron desarrolladas por Petrobras a partir de la mitad de los años cincuenta (De Moraes, 2013). En 1955 fue inaugurado el Centro de Perfeccionamiento e Investigaciones del Petróleo (*Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas do Petróleo*, CENAP), órgano de Petrobras dedicado a la formación profesional de técnicos e investigadores de la compañía<sup>336</sup>. Las primeras investigaciones científicas del CENAP se centraron en el refinado de petróleo; posteriormente, el centro se convirtió en una escuela de capacitación profesional e investigación básica y empezó a ofrecer cursos universitarios de postgrado impartidos por profesores extranjeros.

Durante la década de los sesenta, las actividades de investigación de Petrobras en el área de E&P estaban muy reducidas respecto a lo que ocurría en el entorno internacional, especialmente en comparación con el Golfo de México, que en esa época era el área más avanzada del mundo para la E&P mar adentro. Para aproximar Petrobras a ese contexto, en

---

<sup>336</sup> El CENAP fue creado originalmente por el Sector de Supervisión del Perfeccionamiento Técnico (*Setor de Supervisão do Aperfeiçoamento Técnico*) del Consejo Nacional del Petróleo (*Conselho Nacional do Petróleo*, CNP) y fue absorbido por Petrobras en 1955.

1963 el consejo de administración de la compañía aprobó la creación de un centro de I+D corporativo: el Centro de Investigación y Desarrollo (*Centro de Pesquisa e Desenvolvimento*, CENPES). El CENPES incorporó el CENAP y amplió su mandato: el CENPES asumió la función de promover la investigación aplicada a la E&P. En 1963, Petrobras invertía apenas USD 80 000 en actividad de investigación y contaba con 67 empleados<sup>337</sup>.

El CENPES comenzó sus operaciones en enero de 1966 en la misma sede del CENAP, ubicado en la *Universidade do Brasil* (hoy *Universidade Federal do Rio de Janeiro*, UFRJ), en Río de Janeiro. En 1967, el centro firmó el primer convenio de colaboración científica con una organización científica brasileña: el *Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia* de la UFRJ (conocido como instituto Coppe)<sup>338</sup>.

En 1973, el CENPES pasó a llamarse Centro de Investigación y Desarrollo Leopoldo Américo Miguez de Mello y fue trasladado a la ciudad universitaria de la UFRJ, en Ilha do Fundão, donde tiene sede actualmente. En esta ocasión fueron inaugurados nuevos laboratorios dedicados a la investigación. En ese mismo año empezó el desarrollo de la producción en Guaricema, un campo mar adentro descubierto en 1968 localizado a menos de 30 metros de profundidad. Para ello, Petrobras tuvo que importar tecnología extranjera para sacar adelante el proyecto: plataformas, equipamientos y servicios de ingeniería.

En el marco de la estrategia de industrialización por sustitución de importaciones, el gobierno brasileño empujó a los gerentes de Petrobras a centrar las actividades del CENPES en la *adaptación* de tecnología importada. Petrobras adoptó una estrategia tecnológica pasiva para asimilar conocimientos externos a través de la relación con los proveedores extranjeros (Dantas y Bell, 2009).

Debido a las escasas capacidades existentes en Brasil en ese período, las primeras plataformas mar adentro utilizadas por Petrobras fueron construidas a partir de proyectos de ingeniería básica adquiridos llave en mano desde el exterior. En este período los proyectos ejecutivos fueron realizados por consorcios mixtos formados por empresas brasileñas y

---

<sup>337</sup> Fuente: Moura, M. (Ed.), 2003. *Petrobras 50 anos*. Río de Janeiro: Petrobras. Citado por Dalla Costa et al. (2013).

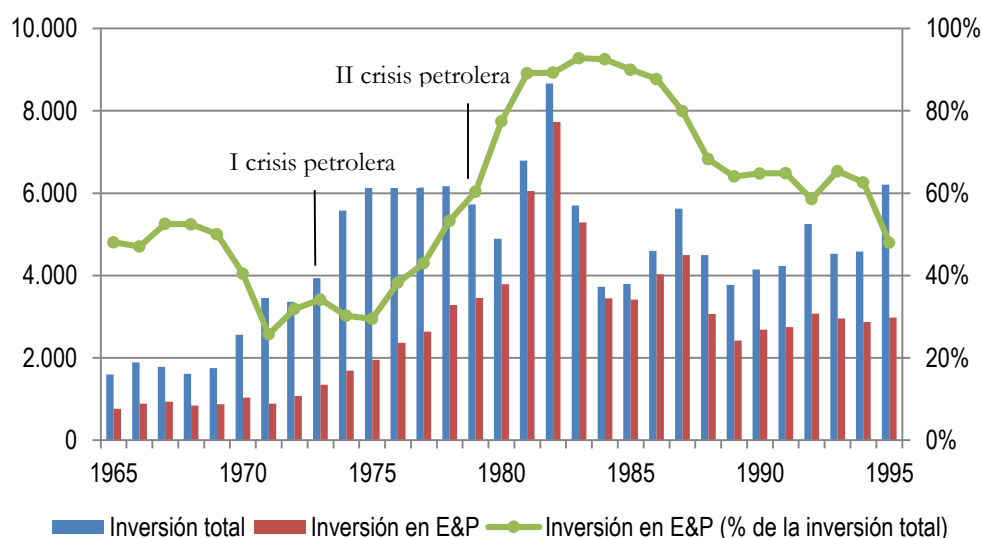
<sup>338</sup> El instituto Coppe fue creado en 1963 dentro de la *Universidade do Brasil* (hoy UFRJ). En origen, el CENPES y el instituto Coppe estaban ubicados en la antigua sede de la UFRJ, en Praia Vermelha; posteriormente, ambos fueron trasladados a la actual ciudad universitaria de la UFRJ, en Ilha do Fundão (Río de Janeiro).

extranjeras, bajo la supervisión de Petrobras. El propósito de la estrategia promovida por el gobierno brasileño era capacitar los proveedores domésticos de la compañía petrolera.

Tras la primera crisis petrolera mundial, ocurrida en 1973, la seguridad energética nacional se convirtió en una prioridad del gobierno brasileño debido a que el país era importador neto de crudo y derivados. En ese contexto, el Estado empujó a Petrobras a realizar mayores inversiones en exploración petrolífera para garantizar la autosuficiencia energética, entre otras medidas<sup>339</sup>. Entre 1971 y 1981 las inversiones en E&P de Petrobras pasaron de un 26 % a un asombroso 89 % de las inversiones totales de la compañía, con un promedio anual de un 59,1 % en el período 1965-1995 (gráfico abajo)<sup>340</sup>. La nueva estrategia de Petrobras resultó en el descubrimiento de nuevos campos petroleros mar adentro: en 1974 fue perforado con éxito el campo Garoupa (cuenca de Campos), a 124 metros de profundidad y en 1979 el campo Merluza, a una profundidad superior a 200 metros.

**Gráfico 8.2**

**Inversión de Petrobras: total (USD millones reales) y  
en E&P (USD millones reales y % de la inversión total) (1965-1995)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Petrobras. Nota: hasta 1989, las inversiones se refieren a la empresa controladora; a partir de 1990, dichas inversiones remiten a los datos consolidados del grupo Petrobras

<sup>339</sup> Con el objetivo de reducir el consumo de derivados de petróleo, en noviembre de 1975 el gobierno brasileño lanzó el Programa Nacional del Alcohol (*Programa Nacional do Alcool*, Proálcool). El programa miraba a fomentar la producción de alcohol en larga escala como combustible para el transporte.

<sup>340</sup> Fuente: Petrobras.

El descubrimiento de reservas mar adentro alentó el gobierno nacional a impulsar la ingeniería básica doméstica a partir del sector petrolero utilizando a Petrobras como instrumento. Así pues, en 1976 fueron creados dos departamentos internos al CENPES con funciones específicas en ingeniería básica de refino y en investigación industrial<sup>341</sup>. Eso contribuyó a incorporar la ingeniería en las actividades de investigación estableciendo una mayor vinculación entre investigación y actividad productiva. El CENPES comenzó a ejecutar *internamente* los proyectos de ingeniería básica relativos a los campos petroleros en la cuenca de Campos.

El nuevo conocimiento generado por los ingenieros de Petrobras fue aplicado para desarrollar equipamientos que hasta entonces eran importados, lo que marcó un cambio sustancial respecto al pasado (De Moraes, 2013). Un resultado ilustrativo de la nueva estrategia fue el desarrollo de un sistema de producción pionero en el sector petrolero mundial: el Sistema de Producción Anticipada (*Sistema de Produção Antecipada*)<sup>342</sup>. Esta nueva tecnología (aplicada con éxito en el campo Enchova en 1977) permitió reducir el tiempo necesario para empezar la producción petrolífera.

Tras la segunda crisis petrolera mundial (1978-1979), el Estado brasileño se encontró con la urgencia de aumentar la producción nacional para reducir la dependencia de las importaciones de crudo y derivados. En este contexto, el gobierno nacional impulsó a Petrobras a intensificar la E&P abriéndose a la cooperación científica y tecnológica con universidades, centros de investigación y proveedores. Así pues, la compañía comenzó a participar en la generación de nuevas capacidades a través de acuerdos de cooperación con estos actores para desarrollar conjuntamente nuevas soluciones tecnológicas aplicadas a la E&P en aguas profundas.

En 1979, fue creada una nueva división interna al CENPES dedicada a la actividad de investigación aplicada a la E&P<sup>343</sup>. Posteriormente, en 1983, dentro del CENPES fue constituido el Grupo de Ingeniería Básica, que asumió la función de proyectar las plataformas usadas en la cuenca de Campos en colaboración con empresas extranjeras. Esa estrategia

---

<sup>341</sup> Se trata de la Superintendencia de Investigación en Ingeniería Básica (*Superintendência de Pesquisa em Engenharia Básica*, Supen) y de la Superintendencia de Investigación Industrial (*Superintendência de Pesquisa Industrial*, Supesq).

<sup>342</sup> Se trata de un sistema que permite utilizar una sonda de perforación para comenzar a producir antes de instalar la plataforma de producción: el objetivo de Petrobras era iniciar a producir antes de que la construcción de las plataformas encomendadas fuera ultimada. Esta tecnología fue adaptada en el tiempo y, recientemente, su uso se ha consolidado en diversos campos petroleros mar adentro.

<sup>343</sup> Se trata de la Superintendencia de Investigaciones de Exploración y Producción (*Superintendência de Pesquisas de Exploração e Produção*, Supep).

permitió a Petrobras compartir los riesgos y los gastos de exploración y aceleró el proceso de aprendizaje tecnológico (Furtado y Freitas, 2000). En ese mismo año las inversiones de Petrobras en E&P alcanzaron un 92,8 % de las inversiones totales<sup>344</sup>.

En 1985, Petrobras descubrió Marlim, el campo petrolero mar adentro más profundo al mundo en aquel momento (a cerca de 1000 metros de profundidad)<sup>345</sup>. Sin embargo, la tecnología existente para posibilitar la producción en aguas profundas estaba todavía en fase incipiente: en el Golfo de México las compañías operaban a menos de 400 metros de profundidad. Frente a estos desafíos, el gobierno nacional impulsó los gerentes de Petrobras a acelerar la internalización en el CENPES de las actividades de ingeniería básica, con el objetivo de desarrollar soluciones tecnológicas específicas para posibilitar la E&P en aguas profundas.

Los efectos de la crisis de la deuda brasileña de 1982-1983 y la fuerte caída de los precios de referencia del crudo en los años ochenta contribuyeron para que el Estado brasileño empujara a Petrobras a concretar una nueva estrategia tecnológica de largo plazo mirada a posibilitar la explotación de las reservas en aguas profundas. En este nuevo contexto, entre 1986 y 1991 el CENPES y otros departamentos técnicos de Petrobras implementaron el Programa de Capacitación Tecnológica en Sistemas de Exploración en Aguas Profundas (*Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração em Águas Profundas*, Procap). El objetivo principal del Procap era posibilitar el desarrollo de tecnologías aplicadas a la E&P en aguas profundas hasta 1000 metros.

El Procap incluyó 109 proyectos de I+D por una inversión total de USD 69 millones. La mayoría de dichos proyectos fueron desarrollados por el CENPES y muchos de ellos fueron realizados en colaboración con la UFRJ (De Moraes, 2013). Durante la aplicación del programa, un 80 % de los proyectos fue orientado al desarrollo de tecnología existente, mientras que el remanente 20 % fue destinado a la innovación tecnológica (Ortiz Neto y Dalla Costa, 2007).

Para incentivar la capacitación tecnológica doméstica en investigación aplicada al sector petrolero, Petrobras apoyó financieramente la creación de centros de investigación de excelencia en universidades brasileñas, como el Centro de Estudios de Petróleo (*Centro de Estudos de Petróleo*, CEPETRO), fundado en 1987 en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNICAMP. Así pues, a partir de la mitad de los años ochenta Petrobras adoptó una estrategia

---

<sup>344</sup> Fuente: Petrobras.

<sup>345</sup> Posteriormente, entre 1986 y 1987, surgieron nuevos desafíos debido al descubrimiento de campos mar adentro a una profundidad superior a 1000 metros (Albacora Leste y Marlim Sul).

tecnológica más activa y orientada a colaborar en la actividad científica tanto con los proveedores como con las universidades y los centros de investigación (Dantas y Bell, 2009).

El Procap contribuyó al desarrollo tecnológico de la siguiente manera. En primer lugar, favoreció la implementación de nuevas prácticas para mejorar la difusión del conocimiento dentro de Petrobras (Ortiz Neto, 2006). En segundo lugar, el programa promovió el aprendizaje tecnológico y el desarrollo de nuevas tecnologías de proceso y producto aplicadas a la E&P (Furtado y Freitas, 2004). En tercer lugar, en el marco del Procap, Petrobras consolidó un nuevo modelo de relación con las OCT y las empresas de servicios; eso resultó en una más estrecha cooperación científica con las primeras y una mayor capacitación técnica de las segundas (De Moraes, 2013). Por último, el Procap contribuyó a implementar una innovación tecnológica radical en aguas profundas: un nuevo modelo de terminación de pozos submarinos basado en el uso del Árbol de Navidad Mojado (*Árvore de Natal Molhada*). Se trata de un conjunto de válvulas y conectores operados remotamente que constituyen un árbol de navidad instalado en el lecho del mar usado para controlar el flujo de los fluidos producidos o inyectados en un pozo<sup>346</sup>. Debido a esta y otras innovaciones, en 1992 Petrobras fue galardonada con el prestigioso *Distinguished Achievement Award*, premio entregado por la *Offshore Technology Conference* (OTC) a las compañías más innovadoras del mundo en tecnología de E&P mar adentro.

Haciendo hincapié en la experiencia del Procap, el gobierno nacional decidió promover una segunda fase del programa, el Procap 2000, que fue aprobada por la dirección de Petrobras en septiembre de 1992 y duró hasta 1999. Entre 1993 y 1999, el Procap 2000 financió el desarrollo de veinte proyectos de I+D realizados en colaboración con 66 empresas de ingeniería y con 33 universidades y centros de investigación, contando con un presupuesto de cerca de USD 90 millones (Freitas y Furtado, 2001; Ortiz Neto y Dalla Costa, 2007; De Moraes, 2013)<sup>347</sup>.

Cabe destacar que en el pasaje del Procap al Procap 2000 ocurrieron cambios notables en la estrategia tecnológica de Petrobras. En esta nueva etapa el objetivo de la compañía no era tanto la adaptación de tecnología existente sino más bien la innovación tecnológica endógena para posibilitar la producción a profundidades de hasta 2000 metros<sup>348</sup>. De hecho, al contrario del Procap, durante la aplicación del Procap 2000, un 80 % de los proyectos fue orientado a la

---

<sup>346</sup> La diferencia fundamental entre el Árbol de Navidad Mojado y otros equipamientos de la misma categoría consiste en que puede funcionar en aguas ultraprofundas en condiciones extremas de presión y temperatura.

<sup>347</sup> El presupuesto de USD 90 millones se refiere al período 1993-1998. No hay datos disponibles para 1999.

<sup>348</sup> El objetivo final del Procap 2000 era desarrollar tecnología para posibilitar la autosuficiencia nacional en la producción de crudo.

innovación tecnológica, mientras que el remanente 20 % fue destinado al desarrollo de tecnología existente (Ortiz Neto y Dalla Costa, 2007).

Por otra parte, el Procap 2000 continuó la estrategia iniciada por el Procap de ampliación de redes de cooperación científica y tecnológica con universidades y centros de investigación, tanto brasileños como extranjeros. En esta etapa Petrobras consolidó las redes con estas organizaciones y con los proveedores con el objetivo explícito de fomentar la innovación (Dantas y Bell, 2009). Entre 1992 y 2009, Petrobras firmó 3963 contratos de colaboración con OCT y proveedores, por un valor total de BRL 3300 millones (De Morais, 2013).

Un resultado importante del Procap 2000 fue la implementación de una innovación radical: la Estaca Torpedo (*Estaca Torpedo*). Se trata de una especie de grande dardo con más de quince metros de longitud y con un peso de diversas toneladas que es lanzado en el suelo marino para fijar las líneas de anclaje a la plataforma<sup>349</sup>. El Procap 2000 generó también otras innovaciones que permitieron posibilitar la producción del campo Roncador, localizado a una profundidad superior a 1800 metros. Eso fue posible gracias al desarrollo de sistemas de producción de posición dinámica y de *risers* de acero dispuestos en catenaria en aguas profundas. Por todas estas innovaciones, en 2001 Petrobras fue galardonada por segunda vez como empresa más innovadora del mundo en E&P mar adentro por la OTC.

### 8.2.2 DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA ETAPA DE LA APERTURA (1995-2015)

Como discutimos en el capítulo 6, a partir de mitad de los años noventa el gobierno brasileño implementó una reforma del marco institucional del sector petrolero nacional que determinó la quiebra del monopolio de Petrobras. Sin embargo, el Estado mantuvo una dirección estratégica sobre la compañía a través del control del capital social con derecho de voto.

En los años posteriores a la apertura, la estrategia de Petrobras se centró en el desarrollo tecnológico en aguas profundas a través del Procap 2000. Las inversiones en E&P de la compañía crecieron significativamente en términos relativos alentadas por nuevos descubrimientos en aguas ultraprofundas, como por ejemplo el campo gigante de Roncador, descubierto en 1996. Posteriormente, el descubrimiento del Presal (en un contexto de auge de precios del crudo) impulsó fuertemente las inversiones en E&P (gráfico abajo). Entre 1995 y

---

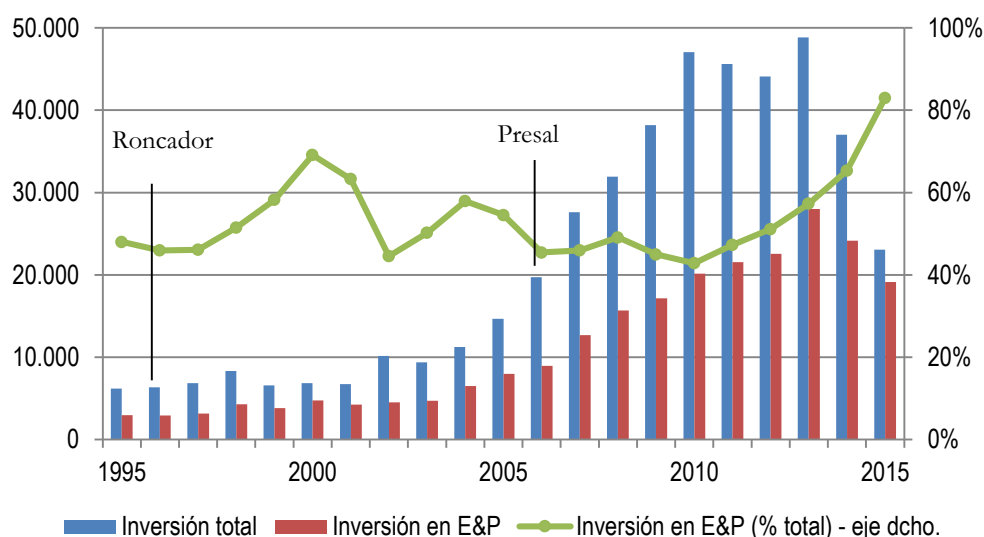
<sup>349</sup> La Estaca Torpedo proporciona mayor estabilidad a las unidades fluctuantes de producción, reduciendo los tiempos y gastos de terminación de pozo.



2015 las inversiones en E&P de Petrobras constituyeron en promedio un 53,4 % de sus inversiones totales.

**Gráfico 8.3**

**Inversión de Petrobras: total (USD millones) y  
en E&P (USD millones y % de la inversión total) (1995-2015)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Petrobras. Nota: los valores son en USD reales. Las inversiones se refieren a los datos consolidados del grupo Petrobras. La contracción del gasto en 2015 debe ser interpretada, por un lado, por la crisis que ha afectado el sector petrolero mundial a partir de la mitad de 2014 y, por otro lado, por la dificultad financiera que afectó a Petrobras en ese período

Como explicamos en el capítulo 5, tras la apertura del sector petrolero, en 1998, la ANP realizó la “ronda cero” con la cual ratificó a Petrobras los derechos (en forma de contratos de concesión) sobre los campos petroleros que se encontraban en producción en el día en que entró en vigor la Ley 9478, de 6 de agosto de 1997. En dichos contratos la ANP estableció por primera vez una cláusula que obligó a Petrobras a invertir en I+D un 1 % del ingreso bruto de la producción de campos petroleros sujetos al pago de la Participación Especial<sup>350</sup>.

La cláusula de I+D fue introducida en coincidencia con la fase conclusiva del Procap 2000. De cara al descubrimiento de nuevos campos petroleros en aguas ultraprofundas, el gobierno brasileño empujó a Petrobras a extender ese programa mediante una nueva etapa, lanzada en 2000, con la misión de posibilitar la explotación petrolífera a profundidades de hasta 3000 metros: el Procap 3000.

<sup>350</sup> Esta obligación todavía no estaba reglamentada por la ANP y aplicaba solo a Petrobras por vía contractual. Ver capítulo 6.4.

El Procap 3000 recibió una financiación total por parte de Petrobras de USD 128 millones y contó con la participación de 350 técnicos de la compañía (De Moraes, 2013). En el ámbito de este programa, el CENPES firmó 802 acuerdos de cooperación para la investigación con otras entidades: 314 acuerdos con 119 empresas y 488 acuerdos con 58 OCT (De Moraes y Turchi, 2016). De esa forma, Petrobras fortaleció la red de colaboración científica y tecnológica que había empezado a consolidar en las décadas anteriores. Conviene destacar que la compañía nacional ha incorporado el concepto de innovación abierta (ver capítulo 2) en su estrategia tecnológica lo cual ha implicado una mayor apertura a las colaboraciones científicas y tecnológicas con otros actores como las empresas de servicios, las universidades y los centros de investigación.

Ahora bien, en el período de implementación del Procap 3000 (2000-2011), Petrobras fue obligada a invertir cerca de USD 3032 millones en cumplimiento con la cláusula de I+D, un valor muy superior al presupuesto del Procap 3000 (USD 128 millones)<sup>351</sup>. Puesto que no hay datos disponibles, no podemos determinar precisamente en qué medida la cláusula de I+D financió al Procap 3000. No obstante, en base a las informaciones publicadas en los formularios 20-F de Petrobras, se aprende que en ese período el Procap 3000 constituía el programa de investigación principal de la compañía. Nuestros entrevistados han confirmado que una parte de los recursos generados por la cláusula de I+D fue asignada a dicho programa, aunque no hay informaciones detalladas disponibles. En todo caso, el Procap 3000 debe ser interpretado en un marco más amplio que la cláusula de I+D: debe ser entendido en relación con la estrategia de desarrollo tecnológico en aguas profundas que Petrobras ha venido adaptando en el tiempo de cara a los nuevos descubrimientos petrolíferos.

En el marco del neodesarrollismo propugnado por el presidente Lula da Silva, a finales de 2005 la cláusula de I+D fue reglamentada por la ANP y pasó a ser vinculante para todas las compañías petroleras presentes en Brasil. Eso ocurrió pocos meses antes del descubrimiento por parte de Petrobras de enormes reservas petrolíferas en el Presal. El descubrimiento del Presal fue un resultado de las crecientes inversiones de Petrobras en E&P a partir de los años 2000. El Presal cambió radicalmente las condiciones del sector petrolero brasileño: las reservas fueron encontradas a más de 200 kilómetros de la costa, a una profundidad submarina de hasta 3000 metros y por debajo de casi 4000 metros de sal y rocas de carbonato, lo cual implica

---

<sup>351</sup> El valor de la inversión en I+D en cumplimiento de la cláusula de I+D ha sido convertido de BRL a USD utilizando la serie histórica del tipo de cambio publicada por el *Banco do Brasil*.

condiciones químicas y físicas extremas. En ese contexto, el desarrollo tecnológico se convirtió en una vía fundamental para posibilitar la explotación del Presal (ver capítulo 3)<sup>352</sup>.

En 2007 el gobierno brasileño empujó a los gerentes de Petrobras a lanzar el Programa Tecnológico para el Desarrollo de la Producción de los Reservorios del Presal (*Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-Sal*, Prosal). El Prosal está constituido por una cartera de 30 proyectos de I+D implementados por el CENPES cuyo objetivo es desarrollar nuevas tecnologías aplicadas a la E&P en el Presal: ingeniería de pozo, ingeniería de reservorio y aseguramiento del flujo (*flow assurance*).

Lamentablemente, debido a la confidencialidad del programa, no hay datos disponibles sobre las actividades y la financiación del Prosal y, por tanto, no podemos determinar si el programa fue financiado por la cláusula de I+D. A nuestro entender, el lanzamiento del Prosal debe interpretarse en el marco de la estrategia de desarrollo tecnológico para posibilitar la explotación del Presal<sup>353</sup>.

La estrategia tecnológica de Petrobras se ha orientado también a desarrollar nuevas tecnologías para reducir los gastos de E&P en aguas profundas y ultraprofundas (ver capítulo 3). Para ese fin, Petrobras decidió continuar el Procap 3000 mediante el lanzamiento, en 2010, de una nueva fase del programa: el Procap Visión Futuro (*Procap Visão Futuro*). En el marco de esta iniciativa, el CENPES implementó una serie de proyectos de I+D en colaboración con más de 40 universidades y centros de investigación en todo el mundo.

El Procap Visión Futuro pretende fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías submarinas automatizadas para la E&P en aguas profundas como: ingeniería de pozo, logística, sísmica 4D, robots autónomos y sistemas computacionales, entre otros. Conviene notar que se trata de actividades de alta complejidad tecnológica y de alto valor agregado que vinculan la E&P con otras actividades productivas; por su relevancia, más adelante profundizaremos en casos concretos de innovaciones implementadas por Petrobras.

---

<sup>352</sup> La explotación del Presal constituyó un punto de inflexión en la historia del sector petrolero mundial y estimuló masivas inversiones en E&P por parte de Petrobras, que en 2013 alcanzaron un pico histórico de USD 27 984 millones reales.

<sup>353</sup> Además del Prosal, Petrobras lanzó dos programas para desarrollar nuevas competencias técnicas necesarias para explotar el Presal: el Plan Director de Desarrollo Integrado del Presal en la Cuenca de Santos (*Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Pré-Sal da Bacia de Santos*, Plansal) y el Programa de Desarrollo de las Competencias para el Presal (*Programa de Desenvolvimento das Competências para o Pré-sal*, Prodesal). Véase De Morais (2013).

Pues bien, como resultado del proceso histórico que hemos explicado hasta aquí, el CENPES se ha convertido en el motor principal del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño. Haciendo hincapié en esta conclusión, para comprobar nuestra hipótesis 1 es necesario completar el análisis anterior con la valoración de una serie de indicadores: i) inversión en I+D y en infraestructura científica (y empleo en el CENPES); ii) redes de colaboración con universidades y centro de investigación; iii) depósito de patentes; e iv) innovaciones tecnológicas (ver capítulo 7).

En primer lugar, el intenso esfuerzo en investigación de Petrobras se ha reflejado en el paulatino incremento de sus inversiones en I+D. Ahora bien, desde la creación del CENPES hasta 1984 el gasto anual en I+D de la compañía en términos relativos nunca superó un 0,2 % de las ventas anuales (Erber y Amaral, 1995). El gasto en I+D relativo empezó a aumentar sensiblemente a partir de la implantación del Procap, en 1986, registrando un promedio de un 0,6 % de las ventas entre 1984 y 1993 (tabla abajo). Posteriormente, el gasto en I+D de Petrobras se incrementó notablemente en valor absoluto, con una tasa anual compuesta de crecimiento de un 11,7 % entre 1999 y 2015. En este período el gasto en I+D se mantuvo entre un 0,54 % y un 1 % de las ventas anuales (0,75 % en promedio) con un valor promedio anual de USD 651,2 millones (gráfico abajo) <sup>354</sup>.

Tabla 8.3

**Gasto en I+D de Petrobras (USD millones y % de las ventas; 1984-1993)**

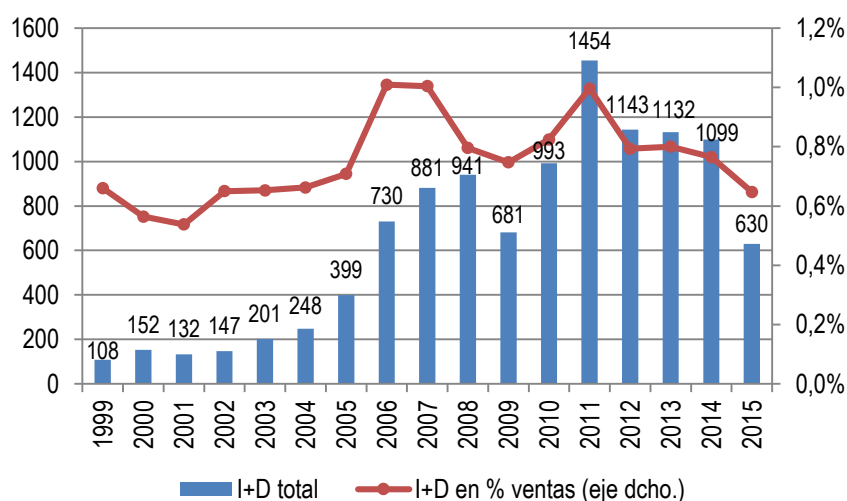
Año	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	promedio
Valor (USD millones)	n.d. <sup>1</sup>	n.d. <sup>1</sup>	n.d. <sup>1</sup>	134,2	113,7	124,8	93,2	102,7	130	118,5	116,7
% de las ventas	0,20	0,60	0,20	0,67	0,68	0,81	0,45	0,60	1,00	0,80	0,60

Fuente: Para los años 1984 y 1985: Erber y Amaral (1995). Para el año 1986: Ortiz Neto (2006). Para el período 1987-1992: Erber y Amaral (1995) y Ortiz Neto (2006). Para el año 1993: Furtado (1998). Nota: 1) no disponible

<sup>354</sup> No hay datos disponibles sobre el gasto en I+D de Petrobras en el período 1994-1998. La única información disponible consiste en que, entre 1993 y 1998, dicho gasto fue al menos de USD 90 millones, valor destinado a la implementación del Procap 2000 (Freitas y Furtado, 2001).

Gráfico 8.4

Gasto anual en I+D de Petrobras (USD millones y % de las ventas; 1999-2015)



Fuente: elaboración propia a partir de datos contenidos en los formularios 20-F publicados por la U.S. Securities and Exchange Commission (SEC). Nota: de acuerdo con la SEC, la reducción del gasto en I+D en 2001 se debe principalmente al efecto de la depreciación de un 16 % del BRL contra el USD. Por la misma fuente se aprende que la contracción del gasto en I+D en 2009 fue debida principalmente a una reducción de los precios del crudo (cuyo valor constituye la base de cálculo para la inversión obligatoria en cumplimiento con la cláusula de I+D de la ANP). En los formularios 20-F se aclara también que la disminución del gasto en I+D en 2014 respecto a 2013 es debida a los efectos de conversión de divisas de BRL a USD (el gasto en BRL aumentó un 7 %). Por último, la contracción del gasto en 2015 es de interpretar con la crisis que afectó el sector petrolero mundial a partir de la mitad de 2014, así como por la reducción de las inversiones totales de Petrobras

Cabe resaltar que entre 2000 y 2015 Petrobras destinó en promedio un 45 % de la inversión en I+D total al área de E&P; el objetivo principal de la compañía era desarrollar tecnologías para posibilitar la explotación de las reservas en aguas profundas, en particular en el Presal (ver capítulo 3)<sup>355</sup>. Por otro lado, el incremento de la inversión en I+D debe ser interpretado no solo en relación con las características del caso brasileño (localización de las reservas en aguas profundas) sino también en el contexto del andamio del sector petrolero mundial: a partir de 2001 ha ocurrido un fuerte incremento de los precios de referencia del crudo lo cual ha impulsado las compañías petroleras a invertir en I+D.

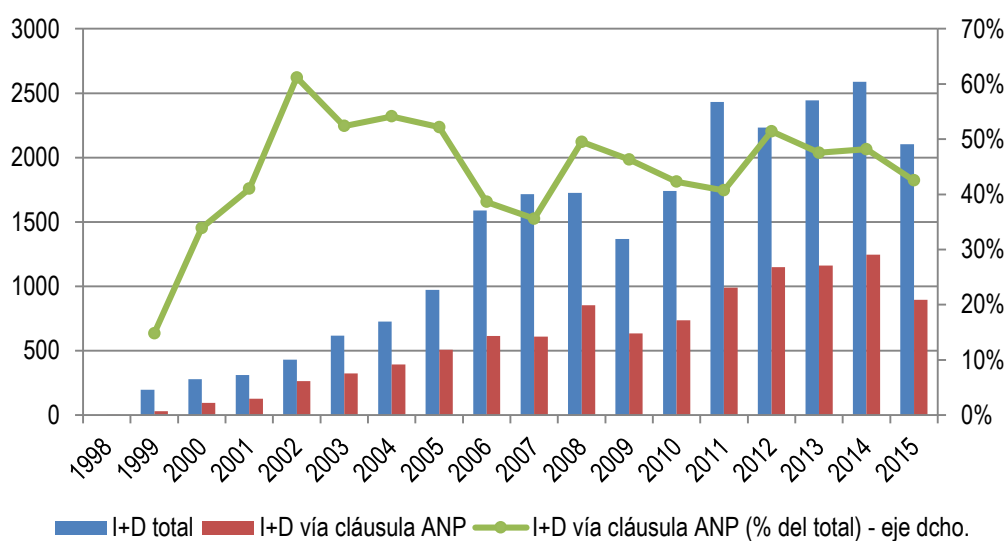
Recordando que Petrobras fue obligada a cumplir con la cláusula de I+D en 1998, cabe preguntarse qué porcentaje del gasto total en I+D de la compañía ha derivado de la cláusula. Los datos muestran una correlación positiva entre el gasto en I+D total y el gasto en I+D en cumplimiento con la cláusula (gráfico y tabla abajo). Este último ha supuesto en promedio un 44 % del gasto total en I+D de la compañía entre 1998 y 2015. La correlación no determina la

<sup>355</sup> Fuente: formularios 20-F publicados por la U.S. Securities and Exchange Commission (SEC).

causalidad entre las dos variables; sin embargo, en los formularios anuales 20-F de Petrobras publicados entre 2002 y 2016 se declara explícitamente que el incremento en el gasto en I+D fue debido principalmente a las obligaciones impuestas por la cláusula. Eso ha sido confirmado por nuestros entrevistados.

**Gráfico 8.5**

**Gasto anual en I+D de Petrobras: gasto total (BRL millones) versus gasto en cumplimiento de la cláusula de la ANP (BRL millones y % del gasto total)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Petrobras y ANP. Notas: 1) la conversión de los gastos en I+D totales de USD a BRL ha sido realizada utilizando la serie histórica del tipo de cambio publicada por el *Banco Central do Brasil*. 2) No hay datos disponibles sobre el gasto en I+D total en 1998

Tabla 8.4

**Gasto en I+D de Petrobras: gasto total versus gasto en cumplimiento de la cláusula de I+D (BRL millones y tasa de variación anual; 1998-2015)**

Año	Gasto en I+D total <sup>1</sup>	Tasa de variación anual (%)	Gasto en I+D vía cláusula ANP	Tasa de variación anual (%)
1998	n.d. <sup>2</sup>	...	1,88	...
1999	196,02	...	29,00	1442,6
2000	277,96	41,8	94,20	224,8
2001	310,39	11,7	127,30	35,1
2002	430,72	38,8	263,50	107,0
2003	617,21	43,3	323,30	22,7
2004	725,38	17,5	392,58	21,4
2005	970,88	33,8	506,53	29,0
2006	1588,76	63,6	613,84	21,2
2007	1715,79	8,0	610,24	-0,6
2008	1724,42	0,5	853,73	39,9
2009	1366,68	-20,7	633,02	-25,9
2010	1739,42	27,3	735,34	16,2
2011	2432,70	39,9	990,48	34,7
2012	2233,84	-8,2	1148,76	16,0
2013	2445,02	9,5	1161,78	1,1
2014	2587,17	5,8	1246,47	7,3
2015	2102,98	-18,7	894,00	-28,3
<i>Total</i>	<i>23 465,35</i>	<i>...</i>	<i>10 625,95</i>	<i>...</i>

Fuente: elaboración propia a partir de datos Petrobras y ANP. Nota: 1) la conversión de los gastos en I+D totales de USD a BRL ha sido realizada utilizando la serie histórica del tipo de cambio publicada por el *Banco Central do Brasil*. 2) no disponible

La expansión de la actividad de investigación de Petrobras ha sido acompañada por una mayor inversión de la compañía en la infraestructura física utilizada para esa actividad. En particular, en 2010 fue inaugurada una ampliación del CENPES al lado de la antigua sede de Ilha do Fundão (Río de Janeiro). El nuevo CENPES ha ocupado un área de más de 300 000 metros cuadrados (más del doble respecto a los anteriores 122 000 metros cuadrados) y ha sido equipado con laboratorios, máquinas y equipamientos de última generación.

Simultáneamente al crecimiento del CENPES, el número de ocupados en este centro ha ido aumentando desde apenas 1142 unidades, en 2001, hasta 1775 unidades, en abril de 2016 (gráfico abajo)<sup>356</sup>. En apenas ocho años, entre 2001 y 2009, los empleados del CENPES aumentaron un 83 % y alcanzaron un pico histórico de 2093 unidades en 2009. Ahora bien,

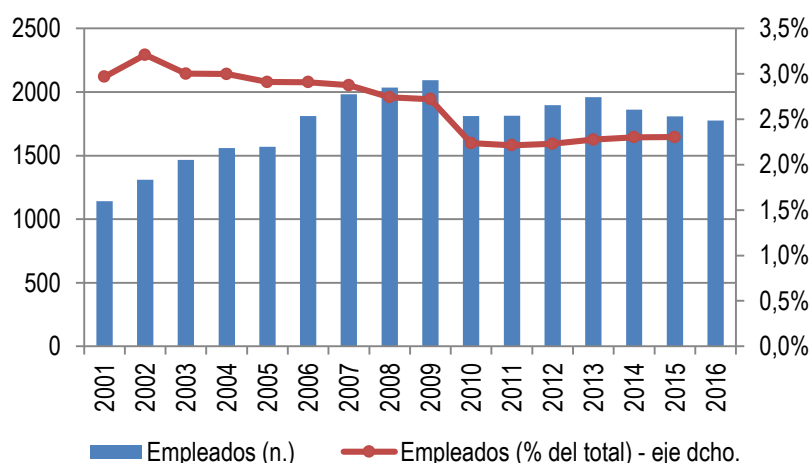
<sup>356</sup> En abril de 2016, los empleados del CENPES eran 1775, de los cuales 246 doctores, 414 maestros y 585 graduados de nivel superior, además de 530 técnicos. Del total de contratados, 1309 estaban ocupados en actividades de I+D, cerca de 300 se dedicaban a proyectos de ingeniería básica y los demás trabajaban en otras áreas (Fachetti, 2016)

como no hay datos disponibles para el período anterior a 2001, no podemos identificar con precisión a partir de cuándo ocurrió esa expansión; por tanto, no podemos comparar lo que ocurrió antes y después de la introducción de la cláusula de I+D (en 1998)<sup>357</sup>.

Por otra parte, conviene notar que a partir de los años 2000 Petrobras ha acudido de forma creciente a la externalización del personal, con lo cual el número de empleados del CENPES tiende a subestimar el número efectivo total del centro<sup>358</sup>. Respecto al total de empleados del grupo Petrobras, el número de trabajadores del CENPES se ha reducido moderadamente desde un 3 % del total, en 2001, hasta un 2,3 % del total, en 2015<sup>359</sup>.

**Gráfico 8.6**

**Empleados del CENPES (número total y % del total del grupo Petrobras; 2001-2016<sup>1</sup>)**



Fuente: nuestra elaboración a partir de datos de Petrobras y de la *U.S. Securities and Exchange Commission* (SEC). Notas: 1) No hay datos disponibles para el período anterior a 2001. El dato de 2016 está actualizado a finales de abril del mismo año

En segundo lugar, la expansión del CENPES ha sido acompañada por una profundización de la red de colaboración entre Petrobras y las universidades (o centros de investigación). En particular, la compañía ha creado una nueva división interna al CENPES dedicada al relacionamiento con estas organizaciones<sup>360</sup>. Además, en 2006 Petrobras ha implementado dos

<sup>357</sup> El único dato disponible se refiere al período 1987-1991 cuando los ocupados del CENPES fueron en media 1584 (Erber y Amaral, 1995).

<sup>358</sup> En abril de 2016 el CENPES poseía 1775 empleados contratados más otros 845 empleados externalizados (prestadores de servicios) (Fachetti, 2016).

<sup>359</sup> Eso debe interpretarse considerando la asombrosa expansión del empleo del grupo Petrobras, que pasó de 39 979 unidades en 1999 a 78 470 unidades en 2015; en 2013, el grupo llegó a emplear 86 111 trabajadores, su máximo histórico. Fuente: *U.S. Securities and Exchange Commission* (SEC).

<sup>360</sup> Se trata de la Gerencia de Relacionamiento con la Comunidad de Ciencia y Tecnología (*Gerência de Relacionamento com a Comunidade de Ciência e Tecnologia*) del CENPES.



iniciativas para establecer redes formales con universidades y centros de investigación brasileños: los Núcleos Regionales de Competencia (*Núcleos Regionais de Competência*) y las Redes Temáticas (*Redes Temáticas*).

Los Núcleos Regionales de Competencia son siete grupos de investigación ubicados en cinco estados brasileños que realizan actividades de I+D en colaboración con el CENPES en diferentes áreas científicas vinculadas con los sectores de E&P, refino y biocombustibles.

Por otra parte, las Redes Temáticas consisten en 49 redes de cooperación científica y tecnológica entre Petrobras, universidades y centros de investigación brasileños. Cada organización se ocupa de un tema y establece una red con Petrobras y con las otras entidades que participan en las demás redes. Las Redes Temáticas se han constituido en torno a cinco áreas de interés estratégico para Petrobras: i) exploración; ii) producción; iii) abastecimiento; iv) gas natural, energía y desarrollo sostenible; y v) gestión tecnológica<sup>361</sup>.

Las actividades de I+D realizadas por los participantes se dirigen a temas estratégicos dentro de estas cinco áreas. Es fundamental destacar que los participantes se reúnen periódicamente para coordinar los proyectos conjuntos: el CENPES desempeña el rol de coordinador y vehículo para el intercambio de informaciones y conocimientos. Esto es, el CENPES es el punto neurálgico de las redes entre Petrobras y las OCT.

De acuerdo con De Moraes y Turchi (2013), las Redes Temáticas recibieron una financiación por parte de Petrobras de BRL 460 millones entre 2006 y 2011. Nuestros entrevistados confirmaron que las Redes Temáticas (así como los Núcleos Regionales de Competencia) fueron financiadas en parte a través de la cláusula de I+D; sin embargo, por razones de confidencialidad no hemos podido aclarar el valor. A nuestro entender, la cláusula de I+D se ha insertado en la continuidad de un proceso histórico más amplio: las dos iniciativas deben interpretarse como una profundización de la relación preexistente entre Petrobras y las OCT. Conviene resaltar que en 2014 el CENPES poseía 1145 acuerdos de cooperación científica con OCT domésticas y 173 acuerdos con OCT extranjeras (Petrobras, 2015b)<sup>362</sup>.

---

<sup>361</sup> Las Redes Temáticas y sus objetivos pueden consultarse en: <[http://sites.petrobras.com.br/minisite/comunidade\\_cienciatecnologia/portugues/redes\\_tematicas.asp](http://sites.petrobras.com.br/minisite/comunidade_cienciatecnologia/portugues/redes_tematicas.asp)>.

<sup>362</sup> Tan solo en 2014 el CENPES invirtió BRL 449 millones en proyectos de I+D en colaboración con organizaciones brasileñas (Petrobras, 2015a).

Hasta 2013, más de 70 universidades y centros de investigación fueron implicados en las Redes Temáticas (De Moraes y Turchi, 2016). Eso ha permitido incentivar la participación de nuevos investigadores en las actividades de I+D realizadas en colaboración con el CENPES<sup>363</sup>. Entre las Redes Temáticas cabe resaltar la red científica *Galileo*, que fue puesta en marcha en 2009 por Petrobras con una inversión de BRL 117 millones. Esta iniciativa mira a fomentar la colaboración científica y tecnológica entre la compañía y quince universidades brasileñas en la investigación en mecánica computacional y en visualización científica aplicada a la ingeniería de petróleo<sup>364</sup>.

En tercer lugar, la actividad de investigación desarrollada por el CENPES ha resultado en el depósito de patentes por parte de Petrobras en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (*Instituto Nacional da Propriedade Industrial*, INPI)<sup>365</sup>. El análisis de los datos publicados por el INPI muestra resultados interesantes (gráfico abajo). Entre 1986 y 1992 ocurrió un incremento significativo de las patentes depositadas por Petrobras; ese período coincide con la ejecución del Procap, a través del cual la compañía consiguió desarrollar nuevas tecnologías a partir de adaptaciones de tecnologías existentes.

Posteriormente, tras agotar esa etapa relativamente “fácil” del desarrollo tecnológico vía adaptación, Petrobras apostó por desarrollar tecnologías completamente nuevas a través del Procap 2000 (1993-1999); el moderado estancamiento de las patentes es probablemente un reflejo de la mayor dificultad para innovar encontradas en esta fase.

Por otro lado, a partir de los años 2000 el número de patentes depositadas por Petrobras ha crecido notablemente. Eso debe interpretarse en relación con el fenomenal incremento de la inversión en I+D que hemos explicado anteriormente. Si bien ese aumento ha ocurrido simultáneamente con la aplicación de la cláusula de I+D, no podemos determinar en qué medida los proyectos de investigación financiados por la cláusula contribuyeron al aumento de patentes siendo que la información sobre dichos proyectos está protegida por secreto industrial.

---

<sup>363</sup> Cabe señalar que en los laboratorios que participan en las Redes Temáticas trabajan en promedio quince investigadores por cada investigador de Petrobras (Fagundes Netto, 2014).

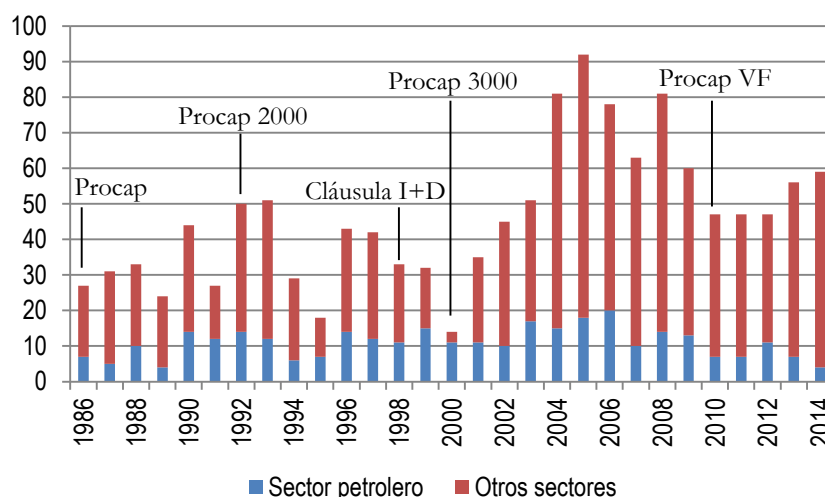
<sup>364</sup> Fuente: Governo do Brasil, 2011. *Infraestrutura. Novas tecnologias*. 13/12/2011. Disponible en: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/novas-tecnologias>>.

<sup>365</sup> Analizamos las patentes depositadas y no las concedidas puesto que hemos aclarado que el proceso de concesión de patentes por el INPI demora en media en torno a diez años; por tanto, estudiar las patentes concedidas proporcionaría resultados engañosos.

Por otra parte, es razonable esperar que el incremento de la inversión en I+D generado por la cláusula haya promovido el desarrollo de nuevas tecnologías. Para averiguar esta suposición, más adelante vamos a ilustrar casos concretos de proyectos financiados por la cláusula de I+D que resultaron en innovaciones tecnológicas.

**Gráfico 8.7**

**Número de patentes depositadas por Petrobras en el INPI (1986-2014)**



Fuente: nuestra elaboración a partir de datos del INPI. Nota: el sector petrolero está clasificado en la categoría E21B en base a la *Cooperative Patent Classification* (CPC) que adopta el INPI. No hemos incluido los datos de 2015 porque, siendo que el INPI actualiza la base de datos hasta dieciocho meses después del depósito de una patente, en la fecha en que realizamos la investigación dicha base de datos estaba incompleta y eso podía crear una subestimación del número de patentes

En cuarto lugar, los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por el CENPES han promovido la innovación tecnológica. Cabe notar que en 2015 Petrobras fue galardonada por tercera vez como empresa más innovadora del mundo en tecnología de E&P mar adentro por la OCT. La compañía ha obtenido este reconocimiento por diez innovaciones tecnológicas aplicadas a la E&P en aguas profundas; entre ellas, nos limitamos a discutir las que son ilustrativas del desarrollo tecnológico que Petrobras ha promovido en el período de estudio<sup>366</sup>. Dichas innovaciones demuestran las dos vías de desarrollo tecnológico que hemos identificado en el capítulo 3: la reducción de gastos y la explotación del Presal; además, las innovaciones evidencian que la localización de las reservas petrolíferas en aguas profundas ha sido un factor determinante para impulsar el desarrollo tecnológico.

<sup>366</sup> Véase: Petrobras, 2015. *Dez principais feitos tecnológicos do pré-sal*. 3/2/2015. Disponible en: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/dez-principais-feitos-tecnologicos-do-pre-sal.htm>>.

## 8. Contribución al desarrollo tecnológico de las compañías petroleras y las empresas de servicios

La primera innovación consiste en el *riser* rígido en catenaria libre: el *steel catenary riser* (SCR). El *riser* es un tubo ascendente, generalmente de acero, que lleva el crudo y el gas desde los reservorios submarinos hasta las plataformas. El SCR es el primer *riser* rígido al mundo realizado en acero carbono revestido internamente con un material de protección altamente resistente a la corrosión que se crea en los reservorios en aguas profundas. Esta característica permite que el *riser* sea más resistente respecto a otros de la misma categoría y que su vida útil sea más larga, lo que contribuye a reducir los gastos operativos. El SCR ha sido ya testado y aplicado con éxito en diversos campos petroleros en aguas profundas.

La segunda innovación desarrollada por el CENPES es un tipo especial de *riser* llamado *steel lazy wave riser* (SLWR). Se trata de un tubo ascendente submarino de acero instalado sobre un conjunto de elementos fluctuantes que están ligados a la plataforma de producción. El SLWR favorece el aseguramiento del flujo de crudo que sube desde el pozo hasta la plataforma y puede operar en aguas profundas hasta más de 2000 metros. Esta función es crucial porque unos fallos en esa actividad podrían causar la interrupción del flujo en la tubería, lo que generaría gastos enormes relativos al paro de la producción. El SLWR ha sido proyectado para soportar los fuertes movimientos de la plataforma causados por las ondas oceánicas y para funcionar en las condiciones adversas que caracterizan el Presal. Se trata del primer sistema al mundo con estas características que ha sido conectado con una FPSO.

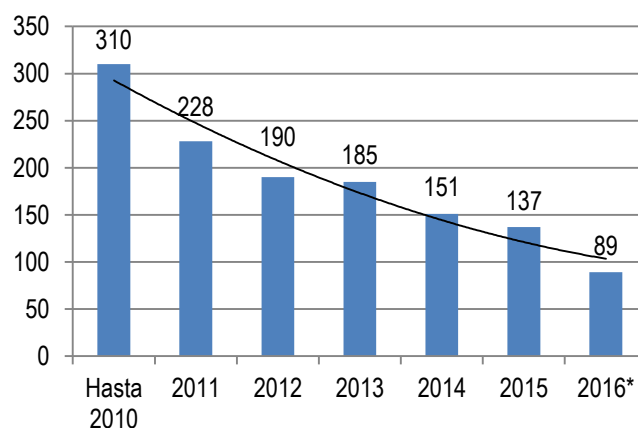
La tercera innovación consiste en un nuevo *riser* flexible instalado en campos petroleros mar adentro a una profundidad record a nivel mundial: 2200 metros. Dicha innovación es crucial en tanto que posibilita la explotación de las reservas del Presal utilizando *risers* flexibles a profundidades mucho más elevadas de las que se alcanzaban en el pasado. Este tipo de *riser* ha sido aplicado ya con éxito en el Presal en el campo Lula (proyecto Iracema Sul). En 2016 estaban en operación 35 *risers* flexibles de ese tipo en la cuenca de Santos.

En general, el desarrollo tecnológico promovido por Petrobras ha proporcionado resultados concretos en relación con la estrategia de reducción de gastos. Un primer resultado importante consiste en la vigorosa disminución, ocurrida entre 2008 y 2014, del tiempo de perforación de pozos en el Presal (-44 %), así como del tiempo de terminación de estos pozos (-62 %). Estos resultados en conjunto han implicado una grandiosa reducción de gastos para la compañía nacional: cerca de USD 1000 millones apenas entre 2013 y marzo de 2015; además, Petrobras ha previsto un ahorro de gastos de otros USD 6000 millones entre 2015 y 2018 como fruto del desarrollo tecnológico (Petrobras, 2015d: 33).

En particular, los tiempos de perforación y terminación de pozos en el Presal se redujeron desde 310 días, en el período hasta el año 2010, a 89 días, en 2016 (−71 %). Aunque no están disponibles datos más antiguos, nuestros entrevistados han confirmado que los tiempos de perforación y terminación de pozos han ido decreciendo de forma paulatina desde el comienzo de los años 2000. Estos resultados han sido posibles por las fuertes inversiones en I+D de Petrobras, así como se comprueba también en el informe anual de 2016 de Petrogal-Galp (esta compañía petrolera ha participado en el consorcio de empresas que explotan el campo Lula Central con Petrobras): “research and development to date has led to a reduction in average well drilling and completion duration”.<sup>367</sup>

Gráfico 8.8

Tiempo de construcción de pozos en el Presal<sup>1</sup> (número de días)



Fuente: Rocha, I.M.C., 2016. *Oportunidades de investimentos do setor no País*. Petrobras. Rio Oil and Gas 2016. Notas: 1) Campos petroleros Lula y Sapinhoá. \*) Actualizado en octubre de 2016 (no hay datos disponibles para los años anteriores a 2010)

Otro resultado trascendental del desarrollo tecnológico de Petrobras radica en la expresiva reducción del coste de extracción del crudo en el Presal, que ha pasado de USD 9,1 por boe, en 2014, para USD 8,3 por boe, en 2015, hasta llegar a USD 7,6 por boe en el primer trimestre de 2016 (contra una media del sector de USD 15 por boe)<sup>368</sup>. Aunque los datos relativos a los años anteriores no están disponibles, nuestros entrevistados han evidenciado que el coste de extracción se ha ido reduciendo gradualmente en la última década.

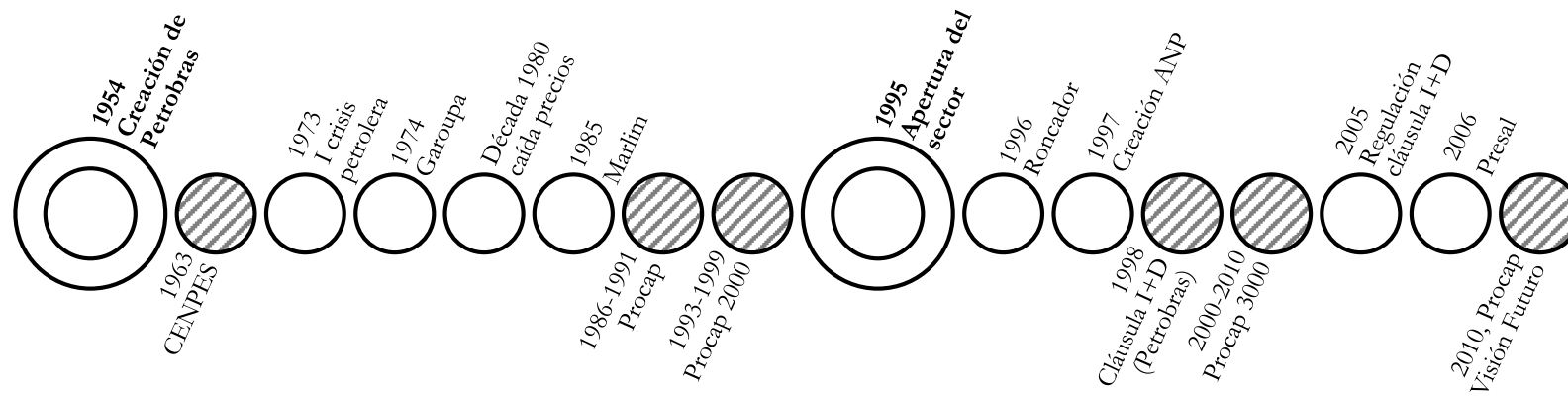
<sup>367</sup> Galp, 2016. *Annual report and accounts 2015: energy creates value*, p.35.



<sup>368</sup> El gasto no incluye impuestos y otros gastos indirectos de producción. Fuente: Petrobras, 2016. *Nossa produção de petróleo no pré-sal ultrapassa 1 milhão de barris por dia*. 3/6/2016. Disponible en: <<http://www.petrobras.com.br>>. Véase también: Petrobras, 2016. *Café da manhã com investidores, com presidente e diretores*. 11/7/2016. Disponible en: <<http://www.investidorpetrobras.com.br>>.

En síntesis, hasta aquí hemos mostrado que Petrobras ha desempeñado un papel crucial en promover el desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño, como hemos planteado en la hipótesis 1. En la etapa del monopolio la estrategia de la compañía ha sido en un primer momento absorber conocimiento y tecnología existente y, posteriormente, desarrollar internamente nuevas tecnologías para posibilitar la E&P en aguas profundas. A lo largo de las décadas, el CENPES ha consolidado sus capacidades internas y se ha abierto a colaboraciones tecnológicas con universidades y centros de investigación.

La adaptación de los programas de desarrollo tecnológico (Procap) de cara a los desafíos que iban surgiendo ha sido una estrategia decisiva para promover el desarrollo tecnológico y ha convertido a Petrobras en una compañía líder mundial en tecnología de E&P en aguas profundas. El gráfico siguiente ilustra sintéticamente una línea del tiempo con los eventos más relevantes en el desarrollo tecnológico impulsado por Petrobras. Tras haber investigado el papel de la compañía nacional, en el siguiente apartado vamos a abordar la hipótesis 2 relativa al rol de las empresas de servicios en el desarrollo tecnológico.

**Gráfico 8.9**  
**Etapas clave del desarrollo tecnológico de Petrobras**



-  Descubrimientos petrolíferos y otros eventos relevantes
-  Instituciones de fomento del desarrollo tecnológico

Fuente: elaboración propia

### 8.3 EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS

#### 8.3.1 ACTIVIDADES DE LAS EMPRESAS Y RESULTADOS DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

En nuestra propuesta analítica hemos establecido que la interacción entre actores es un factor determinante del desarrollo tecnológico. Posteriormente, hemos identificado que existe una interdependencia tecnológica entre compañías petroleras y empresas de servicios en las actividades de E&P. Dada la posibilidad que las compañías petroleras realicen proyectos de investigación conjuntos con las empresas de servicios financiados por la cláusula de I+D, hemos planteado que la aplicación de la cláusula ha estrechado la relación entre compañías petroleras y empresas de servicios lo cual ha fomentado el desarrollo tecnológico (hipótesis 2). En concreto, en el capítulo 4 hemos señalado que es necesario otorgar relevancia a las firmas que poseen centros de I+D en Brasil.

Con el objetivo de abordar esta hipótesis secundaria, vamos a explicar cómo las empresas de servicios han instalados centros de I+D en el país, y por qué. Posteriormente, analizaremos la contribución de dichas empresas en términos de: i) inversión en actividades de I+D y en infraestructura física para la investigación; ii) generación de empleo; iii) actividades de investigación realizadas en sus centros de I+D; iv) creación de redes con otros actores; y v) depósito de patentes. Por último, en el apartado siguiente vamos a profundizar en proyectos que ilustran la contribución al desarrollo tecnológico por parte de las empresas de servicios.

Pues bien, en 1997 el Consejo Universitario de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) aprobó el destino de un área de la ciudad universitaria para la construcción del Parque Tecnológico de la UFRJ (PT-UFRJ)<sup>369</sup>. El proceso de urbanización del parque comenzó en el año 2000 y terminó en 2003 con la ocupación de un área total de 350 000 metros cuadrados. Cabe resaltar que el parque tecnológico se encuentra en Ilha do Fundão (Río de Janeiro), a menos de dos kilómetros del centro de I+D de Petrobras.

En 2003, en el parque tecnológico fue inaugurado el Laboratorio de Tecnología Oceánica (*Laboratório de Tecnologia Oceânica*, LabOceano), en el marco del Programa de Ingeniería Naval y Oceánica del instituto Coppe de la UFRJ. En ese momento el LabOceano contaba con el

---

<sup>369</sup> El PT-UFRJ es gobernado por un Consejo Director, presidido por el rector de la UFRJ y compuesto por diferentes representantes: el director del parque, un representante de las empresas instaladas en ello y el gerente ejecutivo del CENPES, entre otros. La principal misión del parque es promover la interacción entre las empresas instaladas en ello, la Incubadora de Empresas de la UFRJ (creada en 1994) y la UFRJ.



tanque oceánico más profundo al mundo para la simulación y el estudio de las condiciones oceánicas. Actualmente, el LabOceano es un centro de referencia mundial en hidrodinámica experimental y computacional y en modelos numéricos de sistemas navales y oceánicos. Se trata de áreas científicas de gran relevancia para la E&P mar adentro; de hecho, hasta la fecha el LabOceano ha realizado más de 2000 proyectos de investigación en colaboración con Petrobras<sup>370</sup>.

En 2009, la empresa de servicios Schlumberger presentó un proyecto para crear su primer centro de I+D en el parque tecnológico, que fue inaugurado en 2010. Posteriormente, otras empresas de servicios líderes mundiales instalaron centros de investigación en la misma área<sup>371</sup>. Algunas de estas firmas no son empresas de servicios en sentido estricto (e.g. EMC), no obstante, son relevantes para nuestro estudio dado que realizan actividades de investigación vinculadas con la E&P.

La inversión de las empresas de servicios constituye un fenómeno novedoso a nivel global por dos razones. En primer lugar, porque tradicionalmente esas firmas han mantenido sus centros de I+D en los países más industrializados<sup>372</sup>. En segundo lugar, sus centros de I+D en Brasil están ubicados a poca distancia del centro de I+D de Petrobras. Por un lado, las empresas de servicios tienen contratos de suministro de bienes y servicios con Petrobras; por otro lado, poseen acuerdos de cooperación tecnológica con la compañía nacional para realizar actividades de investigación conjuntas.

Conviene recordar que la escuela de regulación critica que las empresas transnacionales mantienen sus centros de I+D en los países de origen para obstaculizar el desarrollo tecnológico en los países en desarrollo (ver capítulo 2). Pues bien, como el caso brasileño parece mostrar un fenómeno distinto, cabe preguntarse por qué las empresas de servicios crearon centros de investigación en el país de destino.

---

<sup>370</sup> Además, hasta la fecha el LabOceano ha desarrollado más de 70 proyectos de ensayo con modelos hidrodinámicos en escala reducida, que incluyen pruebas con embarcaciones, equipamientos submarinos y diversos tipos de plataformas flotantes.

<sup>371</sup> En 2016, el PT-UFRJ contaba con doce grandes firmas, seis pequeñas y medianas empresas, seis laboratorios y 29 *start-ups*. En 2015 el PT-UFRJ concluyó acuerdos con las empresas ANBEV y L'Oréal para que estas instalen sus centros de I+D en el parque a partir de 2017.

<sup>372</sup> En una reciente conferencia internacional sobre innovación en el sector petrolero, el presidente del *Petroleum Institute University and Research Center* de Abu Dhabi, Thomas Hochstettler, ha afirmado que: “Houston could be considered as the Silicon Valley for the oil and gas industry, given the number of universities and companies operating tech centers covering industry related challenges” (Henni, 2015b: 82).

Como evidencian nuestros entrevistados, la creación de centros de I+D por parte de las empresas de servicios ha sido motivada por dos factores. En primer lugar, las firmas han sido atraídas por la expectativa de beneficiarse de las consistentes inversiones generadas por la cláusula de I+D, esto es, por la posibilidad de ejecutar proyectos de investigación en colaboración con las compañías petroleras, en particular con Petrobras. Esta motivación responde a dos estrategias tecnológicas.

Por un lado, las empresas de servicios pretenden desarrollar nuevas tecnologías para reducir los gastos de suministro para la E&P; eso es debido a que la localización de las reservas petrolíferas en aguas profundas condiciona la tecnología que las empresas de servicios deben suministrar a las operadoras. Por otro lado, esa motivación responde a la estrategia de desarrollo de capacidades tecnológicas en E&P en aguas profundas a través de la colaboración con Petrobras, que tiene una larga experiencia en esa área.

En segundo lugar, la inversión de las empresas de servicios ha sido motivada por la notable expansión de las actividades de E&P en Brasil, en particular en el Presal, las cuales demandan equipamientos y servicios de alta complejidad tecnológica para posibilitar su aprovechamiento (ver capítulo 3).

Un primer resultado importante de la presencia de las empresas de servicios ha sido el incremento de la inversión en actividades de I+D y en infraestructura física para la investigación (tabla abajo). Entre 2010 y 2015, la inversión anual en I+D de las empresas de servicios fue en promedio BRL 30 millones<sup>373</sup>. Por otra parte, las empresas invirtieron cerca de BRL 1000 millones en la construcción e instalación de los centros de I+D en Brasil (Renault, 2014)<sup>374</sup>.

---

<sup>373</sup> Lamentablemente, las firmas no publican los datos individuales por una cuestión de confidencialidad. Fuente: Brasil Energia, 2015. *Parque Tecnológico da UFRJ manterá foco em óleo e gás*. 1/12/2015. Disponible en: <<http://www.abegas.org.br/Site/?p=52762>>.

<sup>374</sup> El dato ha sido publicado en 2014. A esta inversión cabe añadir la aportación al desarrollo del PT-UFRJ por parte de diversos órganos de gobierno federal, estadual y municipal (en total BRL 102 millones), de la UFRJ (BRL 100 millones) y de Petrobras (BRL 60 millones). Fuente: Renault (2014).

**Tabla 8.5**  
**Características de los centros de I+D de las empresas de servicios**

Empresa	Fecha de inauguración	Inversión (millones)	Empleados (n.º)	Superficie (m²)	Otros centros de I+D en el mundo
Schlumberger	11/2010	BRL 50	300	8000	Arabia Saudí; Estados Unidos; Noruega; Reino Unido; Rusia
Baker Hughes	10/2011	USD 30	100	4710	Alemania; Arabia Saudí; Estados Unidos; Malasia; Reino Unido; Rusia
FMC Technologies	01/2012	BRL 70	300	22 000	Bélgica; China; Estados Unidos; Francia; India
Halliburton	06/2013	BRL 26	100	7062	Estados Unidos; India; Reino Unido
Vallourec	07/2013	BRL 90 <sup>1</sup>	20	4000	Alemania; Francia; Estados Unidos
Chemtech (Siemens) <sup>2</sup>	01/2014	BRL 50	600	4000	Alemania; China; Dinamarca; Estados Unidos; Reino Unido; Turquía; otros
Tenaris	04/2014	USD 39	30	4000	Argentina; Italia; Japón; México
EMC	05/2014	BRL 100 <sup>3</sup>	80	3000	China; Francia; Estados Unidos; Holanda; India; Irlanda; Israel; Rusia; Singapur
General Electric <sup>4</sup>	11/2014	USD 1000 <sup>5</sup>	160	24 000	Alemania; China; Estados Unidos; India
BG (Shell) <sup>6</sup>	2017 <sup>7</sup>	USD 1500-2000 <sup>8</sup>	100 <sup>9</sup>	5000	Reino Unido

Fuente: elaboración propia sobre la base de entrevistas e informes corporativos. Nota: 1) El valor de la inversión es para cinco años e incluye las inversiones en el centro de I+D de Belo Horizonte (Minas Gerais). 2) Chemtech ha sido adquirida por el grupo Siemens. 3) Hasta 2016 inclusive. 4) Antes de la inauguración del centro de I+D, General Electric tenía una unidad de investigación en la ciudad universitaria de la UFRJ (creada en 2011). 5) USD 500 millones en 2014 más USD 500 millones en 2015-2020. 6) BG ha sido adquirida por el grupo Shell en 2016. 7) Fecha prevista por BG. 8) Hasta 2025 inclusive. 9) Estimación para el año 2020

Es importante destacar que los centros de I+D de las empresas de servicios disponen de laboratorios, máquinas y equipamientos con tecnología de última generación para la investigación aplicada a la E&P. Por ejemplo, el centro de I+D de Tenaris tiene la máquina

(actualmente) más grande del mundo para efectuar pruebas a escala real para conexiones de tubos submarinos para la E&P. Por otro lado, cabe notar que la mayoría de los equipamientos utilizados en los laboratorios de las empresas son importados. Eso ocurre especialmente en el caso de los programas informáticos dado que las empresas de servicios utilizan su propia tecnología patentada desarrollada en sus países de origen<sup>375</sup>. Estos resultados parecen confirmar las críticas de la escuela de la regulación: a pesar de que las empresas sí instalaron centros de I+D en el país de destino, la tecnología clave aplicada en la investigación sigue siendo mantenida en los países de origen.

Cabe añadir que la profunda crisis que ha afectado el sector petrolero a partir de la mitad de 2014 ha repercutido negativamente en las actividades de los centros de I+D. En 2015, los laboratorios de una empresa de servicios (que hemos visitado) estaban cerrados por inactividad. Eso es muy preocupante siendo que se trata de instalaciones con tecnología de última generación que no contribuyen de ninguna forma al desarrollo tecnológico.

Una importante contribución de las empresas de servicios ha sido la generación de empleo en los centros de I+D. En 2013 los ocupados totales en el parque tecnológico eran 1947; se trataba de empleados con alto nivel de formación académica: 1160 graduados, 214 maestros y 124 doctores (PT-UFRJ, 2015)<sup>376</sup>. Sin embargo, este dato incluye no solo a las empresas de servicios, sino también a los funcionarios del parque tecnológico, de la Incubadora de la UFRJ y de las firmas ubicadas en la Incubadora, con lo cual ese número constituye una aproximación por exceso.

Como muestra la tabla arriba, las empresas de servicios han empleado en total 1690 trabajadores (sin considerar el centro de I+D de BG que todavía no ha sido inaugurado); por razones de confidencialidad, no hemos podido obtener datos sobre los ocupados de cada empresa en cada año. Por otro lado, cabe considerar que a partir de mitad de 2014 ha ocurrido

---

<sup>375</sup> Las empresas suelen usar en diferentes países las mismas tecnologías patentadas (importadas desde la casa matriz); es el caso, por ejemplo, del sistema de fluidos OMNI-PAC™ usado por Baker Hughes en Brasil, que ha sido aplicado en la terminación de pozos en campos de la cuenca de Campos. Véase: TN Petróleo, 2011. *Baker Hughes inaugura centro de pesquisa no Rio*. 7/10/2011. Disponible en: <<http://tnpetroleo.com.br/noticia/baker-hughes-inaugura-centro-de-pesquisa-no-rio/>>.

<sup>376</sup> Con respecto a la nacionalidad de los ocupados, en torno a un 95 % de los trabajadores en el parque tecnológico de la UFRJ son brasileños. De acuerdo con Paulo Cesar Martins, presidente de la *Associação das Empresas de Serviços de Petróleo* (Abespetro) en 2015 las grandes empresas asociadas a Abespetro (Baker Hughes, Schlumberger, Halliburton, General Electric) empleaban apenas entre veinte y treinta personas extranjeras en sus centros de I+D: un número más de diez veces inferior a lo que era esperado. Fuente: Folha de São Paulo, 2015. *'Vale do Silício' carioca encolhe junto com pré-sal*. 27/09/2015. Disponible en: <<http://m.folha.uol.com.br/mercado/2015/09/1686978-vale-do-silicio-carioca-encolhe-junto-com-pre-sal.shtml>>.

una fuerte crisis del sector petrolero mundial que ha afectado el empleo de las empresas de servicios: a finales de 2015 los ocupados totales del parque tecnológico eran apenas 1300<sup>377</sup>.

Con respecto a las actividades desarrolladas por las empresas de servicios, es interesante notar que todas las firmas realizan investigaciones relacionadas con la E&P, con foco en el Presal, incluso las empresas más diversificadas como EMC (tabla abajo). Eso revela que las características de las reservas petrolíferas brasileñas han condicionado las estrategias tecnológicas y las actividades de I+D de las empresas de servicios.

Es importante evidenciar que todas las empresas de servicios tienen su negocio central en el mercado brasileño: solo algunas exportan pero se trata de bienes o servicios no vinculados con la actividad realizada en los centros de I+D<sup>378</sup>. Por otro lado, cabe señalar que el centro de I+D de General Electric está completando un proyecto de investigación para desarrollar nuevos *risers* flexibles de última generación para la E&P en aguas profundas, que la empresa prevé fabricar en Brasil y Reino Unido a partir de 2018<sup>379</sup>.

Conviene precisar que FMC Technologies poseía laboratorios científicos en Brasil antes de la creación del centro de I+D; además, la empresa poseía una planta productiva en que fabricaba válvulas para la E&P<sup>380</sup>. Por otro lado, Vallourec está presente en Brasil desde la década de los cincuenta y posee diversas plantas productivas en el país, además de un centro de investigación especializado en el sector siderúrgico.

---

<sup>377</sup> Fuente: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado (ABEGÁS), 2015. *Parque Tecnológico da UFRJ manterá foco em óleo e gás*. 1/12/2015. Disponible en: <<http://www.abegas.org.br/Site/?p=52762>>. Chemtech ha despedido 750 funcionarios en todo el país, en mayoría los del centro de I+D del PT-UFRJ. Fuente: Folha de São Paulo, 2015. *'Vale do Silício' carioca encolhe junto com pré-sal*. 27/09/2015. Disponible en: <<http://m.folha.uol.com.br/mercado/2015/09/1686978-vale-do-silicio-carioca-encolhe-junto-com-pre-sal.shtml>>.

<sup>378</sup> Solo BG, General Electric, Tenaris y Vallourec consiguen vender al exterior, pero se trata básicamente de crudo y gas natural, en el caso de BG, y de equipamientos que eran vendidos al exterior ya antes de que las empresas se instalaran en el parque, en los casos de General Electric, Tenaris y Vallourec.

<sup>379</sup> Fuente: Upstream Online, 2016. *GE Oil & Gas touts newest flexible riser tech*. Disponible en: <<http://www.upstreamonline.com/live/1447476/ge-oil-and-gas-touts-newest-flexible-riser-tech>>.

<sup>380</sup> Dicha planta productiva fue adquirida a través de la compra, en 1998, de la empresa brasileña *Companhia Brasileira de Válvulas*, que fabricaba equipamientos para la E&P bajo licencia de FMC Technologies desde 1961. FMC Technologies fabricó en Brasil 420 árboles de navidad submarinos entre 1978 y 2013, de los cuales 330 fueron vendidos a Petrobras.

Tabla 8.6

## Actividades de investigación de los centros de I+D de las empresas de servicios

Empresa	Actividad de investigación	Planta productiva	Exportación
Baker Hughes	Caracterización de reservorio (Presal)	No	No
BG (Shell) <sup>1</sup>	E&P mar adentro (Presal)	Sí	Sí <sup>2</sup>
Chemtech (Siemens)	Ingeniería básica aplicada a la E&P mar adentro	No	No
EMC	<i>Big data</i> y soluciones informáticas para la E&P mar adentro (adquisición, movilidad, análisis, colaboración y visualización de datos geofísicos, geológicos y de ingeniería)	No	No
FMC Technologies	Equipamientos submarinos para la E&P mar adentro (Presal)	Sí	No
General Electric	Petróleo y gas (exploración mar adentro, producción, procesamiento y electrificación submarinos, perforación y ductos, aseguramiento de flujo); aviación; transporte ferroviario; salud; energía y minería	Sí	Sí
Halliburton	Caracterización de reservorio; ingeniería de pozo; aseguramiento de flujo de E&P (Presal)	No	No
Schlumberger	Geoingeniería; test y evaluación de rocas y fluidos; <i>seismic-to-simulation software</i> ; <i>seismic data integration-optimized solutions</i> (Presal)	No	No
Tenaris	Pruebas de conexiones de tubos; cualificación de nuevos productos; ensayos de productos importados para la E&P mar adentro	Sí	Sí
Vallourec	Tubos de acero para la E&P mar adentro y el sector automotriz	Sí	Sí

Fuente: elaboración propia. Notas: 1) El centro de I+D de BG será inaugurado previsiblemente en 2017; BG es concesionaria de numerosos bloques exploratorios en Brasil. 2) Las exportaciones de BG consisten en petróleo y gas natural; no hay datos sobre qué porcentaje de su producción total en Brasil es exportado

Una contribución importante de las empresas de servicios ha sido la creación de redes entre los centros de I+D y la UFRJ. Ese resultado radica en que las firmas se benefician de una subvención para el alquiler del área ocupada por los centros de I+D y pagan impuestos reducidos<sup>381</sup>. En contrapartida, las empresas están obligadas a invertir en proyectos de investigación en colaboración con la UFRJ en base a los requisitos establecidos por las convocatorias de cesión de las áreas donde surgen sus centros de I+D, así como sigue.

<sup>381</sup> La Ley 5344, de 21 de diciembre de 2011, de la Cámara Municipal de Río de Janeiro, que altera la Ley 691, de 24 de diciembre de 1984, establece un incentivo para las inversiones en I+D en la Ilha do Fundão (ex Ilha do Bom Jesus) y en el PT-UFRJ. En base al artículo n.º 33 de esta disposición, los servicios de investigación, desarrollo y gestión en las áreas científica y tecnológica ejecutados en esas áreas geográficas están sujetos a un impuesto fijo anual (UNIF) reducido de un 2 %.

En primer lugar, la convocatoria n.º 3 de 2010 (*edital de pré-qualificação*) establece que la empresa concesionaria debe invertir anualmente un valor mínimo de BRL 3 millones durante cinco años en proyectos de cooperación con la UFRJ<sup>382</sup>. Están sujetas a esta obligación: FMC Technologies, Halliburton, Vallourec y Tenaris. Segundo, el llamamiento para la selección de empresas en el PT-UFRJ de 2011 determina que la empresa concesionaria se compromete a invertir en proyectos de cooperación con la UFRJ durante todo el período de vigencia del contrato de uso del terreno<sup>383</sup>. Esta obligación aplica a: Chemtech (Siemens), EMC y BG. Y tercero, la convocatoria de precualificación n.º 1 de 2015 obliga la empresa concesionaria a invertir en proyectos de cooperación con la UFRJ durante todo el período de permanencia en el parque tecnológico un valor mínimo anual de BRL 1,5 millones por diez años consecutivos<sup>384</sup>.

Por otra parte, Schlumberger y Baker Hughes firmaron los contratos con el parque tecnológico en 2009 y por tanto no están sujetas a ninguna de esas obligaciones; no obstante, las dos empresas se han comprometido formalmente a colaborar con la UFRJ. El centro de I+D de General Electric no está formalmente instalado en el área del parque tecnológico y por tanto no está obligada a invertir en la UFRJ.<sup>385</sup>

Pues bien, entre 2010 y 2014 las empresas de servicios invirtieron en total BRL 200 millones en proyectos de I+D en colaboración de colaboración científica y tecnológica con la UFRJ y con otras universidades brasileñas. A finales de 2014 dichas firmas poseían 315 contratos con laboratorios, departamentos y profesores de la UFRJ, por un valor total de BRL 120 millones<sup>386</sup>. Nuestros entrevistados han confirmado que todas las empresas de servicios están

---

<sup>382</sup> Esa exigencia debe iniciar seis meses después de la firma del contrato de concesión de uso del terreno y rige por cinco años. Esas inversiones deben ser comprobadas en los informes anuales presentados por las concesionarias. Si la empresa no cumple la obligación, debe colocar el valor correspondiente al saldo no aplicado a disposición del Consejo Director del PT-UFRJ, que define su destino en el ámbito de la UFRJ.

<sup>383</sup> La obligación varía en base a los siguientes criterios: i) las empresas con facturación bruta anual inferior a BRL 50 millones deben invertir un valor mínimo de un 3 % de ese importe; ii) las firmas con facturación bruta anual superior a BRL 50 millones deben invertir un mínimo de BRL 1,5 millones; y iii) las empresas que ocupan más de 200 metros cuadrados y que tienen una facturación bruta anual superior a BRL 90 millones deben invertir un mínimo de BRL 3 millones.

<sup>384</sup> En los primeros dos años desde la fecha de firma del contrato para el uso del terreno no hay obligación de comprobar la inversión mínima; no obstante, la concesionaria se obliga a iniciar la colaboración con la UFRJ lo antes posible para que sea comprobado a partir del tercer año de vigencia del contrato.

<sup>385</sup> General Electric tiene acuerdos de cooperación tecnológica con Petrobras (desde 2010), con el instituto Coppe de la UFRJ (desde 2012) y con el PT-UFRJ (desde 2014).

<sup>386</sup> Fuente: Portos e Navios, 2015. *Parque Tecnológico da UFRJ tem novo diretor*. 16/11/2015. Disponible en: <<https://www.portosenavios.com.br/noticias/ind-naval-e-offshore/32334-parque-tecnologico-da-ufri-tem-novo-diretor>>.

desarrollando proyectos de investigación en colaboración con la UFRJ<sup>387</sup>. Una parte fundamental de la cooperación consiste en el entrenamiento de estudiantes universitarios, que son contratados como becarios; hasta 2015 las empresas han otorgado cerca de 300 becas de pasantía<sup>388</sup>.

Al respecto, es importante evidenciar que los centros de I+D de las empresas de servicios están cerrados a los investigadores académicos que realizan proyectos conjuntos con las firmas. La colaboración tecnológica entre las firmas y la UFRJ se desarrolla intramuros: cada grupo de investigación trabaja en su laboratorio, aunque hay reuniones periódicas para coordinar el trabajo. Solo los becarios desarrollan sus prácticas en los laboratorios de las empresas<sup>389</sup>. A nuestro entender, eso es explicable por el alto grado de confidencialidad inherente a la actividad de I+D; en todo caso, la realización de investigación intramuros constituye un obstáculo al intercambio de conocimiento y experiencias entre los investigadores implicados.

Por otra parte, las empresas de base tecnológicas (EBT) incubadas en la UFRJ no han conseguido insertarse en la red de las empresas de servicios a pesar de ser ubicadas a poca distancia de los centros de I+D de estas firmas. Esta limitación es parte de una carencia más general de la política nacional de ciencia y tecnología en relación con las EBT, en particular en el sector petrolero. En el capítulo 9 profundizaremos en el rol de estas empresas.

Para concluir, un resultado importante de la actividad de las empresas de servicios ha sido la implementación de innovaciones tecnológicas. Antes de abordar ese tema es esencial profundizar en la cuestión de la propiedad intelectual, que es un factor crucial de las estrategias tecnológicas de las firmas (ver capítulo 4). En concreto, conviene analizar qué empresas han depositado más patentes en el sector petrolero en el período de estudio (tabla abajo)<sup>390</sup>, y más

---

<sup>387</sup> Cabe precisar que algunas de las empresas del PT-UFRJ tienen acuerdos de colaboración también con otras universidades brasileñas. Por ejemplo, Baker Hughes invierte en proyectos en colaboración con la PUC-Rio, en el área de perforación, y con la UNICAMP, en el área de ingeniería de reservorios. Sin embargo, no hay datos disponibles sobre estos proyectos siendo que están protegidos por secreto industrial. Es interesante notar que EMC ha lanzado la iniciativa *Centro de Estudos em Cidades Inteligentes*, una acción para la promoción de soluciones tecnológicas de ciudades inteligentes, en colaboración con el ayuntamiento de Río de Janeiro y con la participación del instituto Coppe. Además, EMC ha financiado una cátedra universitaria en la Escuela de Negocios de la UFRJ (COPPEAD).

<sup>388</sup> Fuente: Brasil Energia, 2015. *Parque Tecnológico da UFRJ manterá foco em óleo e gás*. 1/12/2015. Disponible en: <<http://www.abegas.org.br/Site/?p=52762>>.

<sup>389</sup> Cabe destacar que BG ha declarado que el centro de I+D que inaugurará adopta el concepto de innovación abierta: la empresa no hará investigación intramuros excepto en casos excepcionales. Véase: ANP, 2015. Entrevista a Olivier Wambersie. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 3, noviembre de 2013, pp.4-6.

<sup>390</sup> Hemos decidido analizar las patentes del sector petrolero en línea con la metodología utilizada por Cavalheiro et al. (2014). El sector petrolero está clasificado en la categoría E21B en base a la *Cooperative Patent Classification* (CPC) que adopta el INPI. Hemos incluido a las informaciones sobre filiales de empresas



en concreto conviene profundizar en las patentes totales depositadas por las empresas de servicios (tabla siguiente).

---

transnacionales presentes en Brasil. Además, hemos tenido en cuenta que algunas empresas han pasado por fusiones y adquisiciones durante el período estudiado (e.g. Baker Hughes ha adquirido BJ Services). Cabe notar que algunas patentes tienen más de un depositante, así que es posible que una misma patente esté relacionada con dos o más empresas. Aquí no hemos incluido los codepósitos porque pretendemos verificar cuántas patentes han sido depositadas por cada empresa; en todo caso, hemos verificado que los codepósitos de patentes son escasos respecto a todas las patentes depositadas y analizadas aquí (menos de un 0,1 % del total). Sobre los codepósitos véase De Cillo y Silveira (2013).

**Tabla 8.7**  
**Número de patentes depositadas en el INPI relativas al sector petrolero**  
**(veinte empresas con más patentes depositadas en 1998-2014<sup>1</sup>)**

Empresa	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	<i>Total sector petrolero<sup>2</sup></i>	<i>Total todos sectores</i>
Halliburton <sup>3</sup>	15	12	19	31	28	54	35	41	21	26	41	41	68	111	243	154	89	1031	1999
Baker Hughes <sup>4</sup>	1	2	3	9	9	17	17	17	21	32	65	101	156	156	120	86	69	881	1285
Prad R&D <sup>5</sup>	1	0	2	1	6	2	4	10	12	37	49	57	92	45	65	6	1	390	700
Shell	15	13	31	22	30	11	32	21	14	24	26	14	22	14	18	13	17	337	1432
GE <sup>6</sup>	0	0	4	5	8	14	2	7	7	9	9	34	26	57	41	15	2	240	1953
Schlumberger	5	17	30	24	26	22	17	14	10	3	1	3	0	2	1	19	20	214	377
Petrobras	11	15	11	11	10	17	15	18	20	10	14	13	7	7	11	7	4	201	921
Cameron	1	11	1	10	9	6	8	3	1	13	21	21	18	14	21	16	9	183	429
NOV <sup>7</sup>	0	1	2	3	2	3	9	18	16	10	11	10	14	22	15	15	15	166	237
Weatherford	0	7	0	5	2	3	3	2	7	2	5	8	3	6	23	22	24	122	158
Aker <sup>8</sup>	0	2	4	5	2	3	0	3	7	5	2	14	16	16	14	3	1	97	178
ExxonMobil	0	3	6	9	2	2	2	0	8	10	12	5	8	7	1	5	1	81	758
Statoil	0	1	1	1	5	4	2	6	7	5	9	10	7	12	5	0	3	78	273
Chevron	0	0	0	0	3	0	0	1	2	1	4	10	10	16	9	10	0	66	732
FMC Tech.	0	0	5	9	2	2	2	6	3	1	12	3	2	1	4	3	7	62	116
Technip	1	1	1	2	1	3	2	4	3	1	9	10	6	3	7	1	5	60	294
Hydril USA <sup>9</sup>	1	3	0	0	2	1	1	1	0	8	1	7	4	12	9	0	0	50	80
BP	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	3	9	10	10	5	4	0	46	183
Vallourec	1	0	0	3	0	0	2	3	1	0	3	5	6	6	4	5	5	44	166
Transocean	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	2	6	4	19	27

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del INPI. Notas: 1) Hemos limitado la investigación al período 1998-2014 porque el INPI publica las patentes dieciocho meses después de su registro por el depositante; cuando realizamos nuestra investigación no estaban disponibles datos completos para el año 2015. 2) El sector petrolero está clasificado en la categoría E21B en base a la *Cooperative Patent Classification* (CPC) que adopta el INPI. 3) Incluye a Welldynamics. 4) Incluye a BJ Services. 5) Prad R&D no tiene sede física en Brasil. 6) General Electric (incluye a Vetco Gray y ABB Offshore). 7) National Oilwell Varco. 8) Incluye a Kvaerner. 9) Es parte del grupo Siemens

**Tabla 8.8**

**Número total de patentes depositadas en el INPI por empresas de servicios con centros de I+D en Brasil (1998-2014<sup>1</sup>)**

<b>Empresa</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Total</b>
Halliburton <sup>2</sup>	18	26	29	48	51	78	53	54	44	46	68	61	129	190	347	596	161	1999
GE <sup>3</sup>	43	64	102	91	85	70	79	69	94	67	41	103	131	200	285	202	227	1953
Baker Hughes <sup>4</sup>	1	7	9	14	15	26	25	23	42	71	119	138	197	217	171	118	92	1285
Schlumberger	24	37	49	44	37	30	23	18	13	3	5	4	4	4	2	41	39	377
Vallourec	3	2	2	13	13	6	12	6	9	6	14	8	13	14	7	20	18	166
FMC Tech.	0	1	8	11	11	7	7	15	7	1	9	8	6	5	8	3	9	116
Chemtech	6	7	7	3	3	3	5	1	8	6	2	4	3	9	1	6	6	80
Tenaris	0	0	0	0	0	4	2	0	4	2	8	2	3	4	3	2	3	37
BG <sup>5</sup>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
EMC <sup>6</sup>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del INPI. Notas: 1) Hemos limitado la investigación al período 1998-2014 porque el INPI publica las patentes dieciocho meses después de su registro por el depositante; cuando realizamos nuestra investigación no estaban disponibles datos completos para el año 2015. 2) Incluye a Welldynamics (22 patentes entre 1998 y 2008). 3) General Electric (incluye a 328 patentes de Vetco Gray y 18 patentes de ABB Offshore). 4) Incluye a BJ Services (48 patentes entre 2001 y 2010). 5) El centro de I+D de BG será inaugurado previsiblemente en el año 2017. 6) Como señalamos en este capítulo 8, EMC no es una empresa de servicios; sin embargo, su centro de I+D realiza actividades de investigación aplicadas al sector petrolero, en particular a la E&P mar adentro

El análisis de los datos de patentes permite extraer dos conclusiones. En primer lugar, en general existe un predominio de las empresas de servicios en el número de patentes en el sector petrolero. Eso se explica por la naturaleza de las estrategias tecnológicas: dichas empresas pretenden comercializar la tecnología patentada y por tanto tienden a depositar un número elevado de patentes para fundamentar su estrategia.

En cambio, las compañías petroleras otorgan más relevancia al uso práctico de la patente que a su comercialización y, en algunos casos, prefieren minimizar las patentes para no publicar sus invenciones (ver capítulo 4). El predominio de las empresas de servicios se mantiene incluso teniendo en cuenta las patentes no clasificadas en el sector petrolero. Cabe notar que Petrobras es la única empresa de origen doméstica entre las firmas que depositaron más patentes, lo que refleja su larga experiencia como monopolista. Por otro lado, el desempeño apreciable de Shell debe ser interpretado considerando que la compañía ha estado presente en Brasil desde el comienzo del siglo XX en el subsector aguas abajo y en el sector de biocombustibles.

En segundo lugar, a partir de 2007, en general, ha ocurrido un vigoroso incremento de las patentes depositadas por parte de las empresas de servicios. Eso debe ser interpretado como que dichas empresas han hecho un uso estratégico de la propiedad intelectual en coincidencia con su expansión en Brasil, en particular en concomitancia con la instalación de los centros de I+D. Esto es, las patentes depositadas en el INPI no reflejan necesariamente innovaciones tecnológicas, sino más bien una estrategia deliberada de protección de la propiedad intelectual. Esta interpretación ha sido corroborada a través de entrevistas a gerentes de empresas de servicios.

Cabe resaltar que este argumento ha sido abordado por el enfoque de la dependencia y la escuela de la regulación (ver capítulo 2) y ha sido retomado recientemente por otros que argumentan que las patentes deben interpretarse como activos estratégicos de las firmas utilizados para obstaculizar los competidores y la transferencia tecnológica<sup>391</sup>. Como la propiedad intelectual es utilizada de forma estratégica, no podemos determinar en qué medida el incremento de las patentes observado está relacionado con innovaciones derivadas de proyectos realizados en Brasil (financiados o no por la cláusula de I+D). Además, por razones de confidencialidad, las empresas de servicios no revelan si las patentes depositadas en el INPI son activas, esto es, si son efectivamente aplicadas en sus actividades realizadas en el país; el

---

<sup>391</sup> Ver: Cimoli y Primi (2008) y Stiglitz y Greenwald (2014).

INPI tampoco publica esta información. En definitiva, es indispensable completar el análisis de las patentes con casos concretos que ilustren las innovaciones de las empresas de servicios, como haremos a continuación.

### **8.3.2 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS MÁS DESTACADAS**

En el apartado anterior hemos destacado que la incorporación de las empresas de servicios al desarrollo tecnológico se ha manifestado en un aumento de la inversión en actividades de I+D y en la creación de centros de I+D, entre otros efectos. Haciendo hincapié en esos resultados, aquí vamos a profundizar en casos concretos de innovaciones resultantes de proyectos financiados por la cláusula de I+D (realizados en colaboración con las compañías petroleras). Los casos que vamos a exponer son ilustrativos del desarrollo tecnológico que ha ocurrido en el período de estudio; además, reflejan tanto los canales de desarrollo tecnológico que discutimos en el capítulo 3 (reducción de gastos y explotación del Presal) como las interdependencias entre compañías petroleras y empresas de servicios que explicamos en el capítulo 4.

En primer lugar, FMC Technologies y Petrobras han realizado conjuntamente un proyecto de investigación que ha resultado en el desarrollo del Sistema de Separación Submarina Agua Óleo (*Sistema de Separação Submarina Água Óleo*, SSAO). El SSAO es el primer sistema al mundo que permite la separación entre agua, óleo, gas y sedimentos extraídos de reservorios en aguas profundas. El sistema constituye una innovación tecnológica radical dado que puede funcionar en aguas profundas hasta 900 metros lo cual constituye un récord respecto a otros equipamientos similares utilizados en el Mar del Norte.

El desarrollo del SSAO ha sido motivado por la localización en aguas profundas de las reservas petrolíferas brasileñas. El proyecto se empezó en 2009 y, tras realizar una serie de pruebas piloto, en 2011 se consiguió instalar el primer sistema submarino en conexión con la plataforma petrolífera P-37, en el campo Marlim Sul. Por su notable avance, en 2012 el SSAO recibió el destacado premio internacional *New Technology Award* otorgado por la OTC. Además, en 2013 fue galardonado con el prestigioso Premio ANP de Innovación Tecnológica, que es otorgado a las innovaciones más relevantes del sector petrolero brasileño.

La principal ventaja del SSAO consiste en que permite aumentar el factor de recuperación de los reservorios y por tanto la rentabilidad de un campo petrolero. Además, el sistema

submarino asegura una reducción del volumen de equipamientos de superficie instalados en la plataforma, lo que implica una notable disminución de los gastos operativos. Como destacamos en el capítulo 3, los costes de instalación y uso de equipamientos colocados encima de las plataformas (*topside*) constituyen una cuota relevante de esos gastos.

Otra ventaja del SSAO radica en que el sistema consiente reducir el volumen de agua que llega del reservorio a la plataforma flotante y, de esa forma, permite disminuir el gasto operativo relativo al tratamiento del agua en la plataforma<sup>392</sup>. En concreto, gracias al SSAO hasta un 70 % del agua extraída de un reservorio es reinyectada en ello para mantener su presión interna la cual facilita la extracción del crudo.

El SSAO muestra que la colaboración entre Petrobras y una empresa de servicios ha contribuido al desarrollo tecnológico aplicado a la E&P en aguas profundas. El SSAO es un caso ilustrativo de la profundización de la interrelación entre el CENPES y el centro de I+D de FMC Technologies. En concreto, el proyecto ha promovido un intercambio entre los conocimientos y experiencias de Petrobras (en aguas profundas) y de FMC Technologies (en equipamientos submarinos). A este resultado cabe añadir que el SSAO ha sido fabricado en Brasil con un 75 % de contenido local<sup>393</sup>.

Por último, cabe destacar que FMC Technologies ha depositado la patente del SSAO en el INPI, siendo la única titular, lo que le permite fabricar el equipamiento y comercializar la tecnología. Por otra parte, Petrobras ha firmado un contrato de suministro para demandar a FMC Technologies la fabricación y la venta del SSAO. Eso confirma la relevancia crucial de la propiedad intelectual para las empresas de servicios, como discutimos anteriormente.

En segundo lugar, FMC Technologies ha colaborado con Shell para desarrollar un tipo especial de árbol de navidad mojado para la E&P en aguas profundas: el *Enhance Vertical Deepwater Tree* (EVDT). El proyecto (financiado por la cláusula de I+D) ha consistido en adaptar el diseño de los árboles de navidad mojados utilizados en el campo de Parque das Conchas (Brasil) a las condiciones de los campos Bijupirá y Salema, en la cuenca de Campos. La principal innovación del EVDT radica en que puede ser adaptado e instalado en otros campos mar adentro hasta 3000 metros de profundidad. Como en el caso del SSAO, la

---

<sup>392</sup> El agua debe ser tratada antes de ser devueltas al mar para cumplir con normas medioambientales.

<sup>393</sup> Fuente: Petronoticias, 2012. *Separador submarino já está instalado em Marlim e FMC garante segurança do equipamento*. 9/1/2012. Disponible en: <<http://www.petronoticias.com.br/archives/4618>>.

localización de las reservas petrolíferas brasileñas en aguas profundas ha constituido un estímulo para el desarrollo de este tipo de árbol de navidad.

Este proyecto de investigación debe ser interpretado como una vía para reducir los gastos de E&P en aguas profundas: el EVDT permite una reducción de un 20 % en los gastos de producción y una disminución de un 15 % en los plazos de entrega, lo que incrementa la rentabilidad del campo petrolero. Otra ventaja consiste en que el colgador del tubo del árbol de navidad tipo EVDT puede ser instalado directamente en la cabeza de pozo, lo que permite perforar y completar el pozo en un tiempo inferior respecto a otros modelos similares (y por tanto con menores gastos de terminación de pozo). Cabe añadir que el EVDT ha sido desarrollado con un 100 % de contenido local y ha sido implementado en otros campos mar adentro en México y Malasia. Por todas estas razones, el EVDT recibió el prestigioso galardón *New Technology Award* otorgado por la OTC, en 2008, y el Premio ANP de Innovación Tecnológica, en 2014.

El caso del EVDT confirma que existe una interdependencia tecnológica entre las firmas que las incentiva a colaborar para desarrollar nuevas tecnologías. En concreto, como Shell tenía experiencia en bombas sumergibles, pero no en bombas instaladas en aguas profundas, la colaboración con FMC Technologies favoreció el intercambio de conocimiento y experiencia entre las dos firmas. El aspecto más destacado del EVDT es que la profundización de la relación entre compañías petroleras y empresas de servicios ha ocurrido también con compañías diferentes de Petrobras; eso es muy relevante dado que estas empresas han entrado en las actividades de E&P tan solo en las últimas dos décadas. Por otro lado, este caso muestra que gracias a la cláusula de I+D las empresas de servicios se han consolidado como actores relevantes del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño. Cabe resaltar que, como en el caso del SSAO, FMC Technologies ha depositado la patente del EVDT, siendo la única titular: la propiedad intelectual es vital para q comercializar la tecnología patentada.

En tercer lugar, Baker Hughes ha colaborado con Petrobras y con la UFRJ para diseñar y construir un laboratorio de simulación de perforación a escala real con tecnología de última generación<sup>394</sup>. El proyecto ha sido financiado por Petrobras a través de la cláusula de I+D; sin embargo, la actividad se encuentra parada desde 2012 a causa de desinversiones de la compañía

---

<sup>394</sup> La simulación es una actividad crucial en la fase de caracterización de reservorio en tanto que permite determinar los parámetros esenciales para realizar la perforación (ver capítulo 4). Como la perforación implica gastos muy elevados, simular previamente esta actividad permite definir la mejor estrategia para perforar un pozo y reducir los gastos operativos.

en diferentes áreas. Aunque no ha sido construido ningún simulador hasta la fecha, dicho proyecto es ilustrativo en tanto que muestra un estrechamiento de la colaboración no solo entre Petrobras y la empresa de servicios, sino también entre ellas y una universidad. Este tipo de red “triangular” sugiere que la interdependencia entre compañías petroleras y empresas de servicios se ha ampliado para incorporar a otros actores. A nuestro entender, eso muestra que el concepto de innovación abierta que discutimos en el capítulo 2 resulta oportuno para investigar el proceso de desarrollo tecnológico.

Por último, Baker Hughes ha firmado un acuerdo de colaboración tecnológica con Petrobras para cooperar en la investigación sobre pozos, reservorios y levantamiento artificial en aguas profundas. En el marco de ese acuerdo, Baker Hughes y Petrobras (CENPES) han invertido respectivamente USD 29 millones y USD 16,4 millones en un proyecto de I+D que busca desarrollar nuevas tecnologías de perforación horizontal en aguas profundas, en particular en el Presal. La iniciativa responde a la estrategia de reducción de gastos relativos a la terminación de pozos, por un lado, y al objetivo de posibilitar la explotación del Presal, por otro lado<sup>395</sup>. El proyecto se encuentra actualmente en fase de desarrollo y los detalles sobre ello están protegidos por secreto industrial. A pesar de eso, este proyecto confirma que se ha estrechado la relación entre los centros de I+D de Petrobras y de las empresas de servicios y que eso ha determinado una mayor implicación de estas últimas en el desarrollo tecnológico.

En definitiva, los casos ilustrados anteriormente demuestran que las empresas de servicios se han incorporado de forma creciente al proceso de desarrollo tecnológico. Por otra parte, como hemos mostrado en el capítulo 8.1, dichas empresas han recibido escasos recursos a través de la cláusula de I+D. El *quid* de la cuestión es que el marco regulador vigente les impide obtener la acreditación de la ANP para que sus centros de investigación se beneficien de la cláusula de I+D como si fueran organizaciones de ciencia y tecnología<sup>396</sup>. Las empresas de servicios pueden recibir fondos solo para realizar actividades conjuntas con las compañías petroleras y, en la práctica, han desarrollado proyectos principalmente con Petrobras; eso debe interpretarse como que la compañía nacional posee conocimientos y experiencias que las empresas de servicios pretenden capturar, asimilar y desarrollar<sup>397</sup>.

---

<sup>395</sup> En 2015 el proyecto estaba en fase de desarrollo.

<sup>396</sup> Las empresas de servicios planearon la instalación de centros de I+D con las expectativas que pudiesen insertarse en este mecanismo como organizaciones de ciencia y tecnología privadas acreditadas por la ANP. Sin embargo, la ANP considera que sus centros de I+D realizan actividades con finalidad lucrativa, con lo cual no pueden ser equiparados a organizaciones de ciencia y tecnología.

<sup>397</sup> Una consecuencia reciente de la estrecha relación entre empresas de servicios y Petrobras ha sido la significativa contracción de las inversiones y los ocupados que ha ocurrido desde 2014 a raíz de la drástica reducción de las inversiones por parte de Petrobras. Petrobras ha reducido decididamente sus previsiones de



## 8.4 CONCLUSIONES

Al comienzo del capítulo se había propuesto el objetivo de abordar las hipótesis secundarias 1 y 2 relativas a la contribución de Petrobras y de las empresas de servicios al proceso de desarrollo tecnológico. Como hemos planteado que la cláusula de I+D constituye el mecanismo institucional para fomentar ese proceso, conviene determinar y valorar los elementos de cambio o continuidad derivados de la aplicación de la misma.

En primer lugar, la cláusula de la ANP ha generado mayores inversiones en I+D en el sector petrolero brasileño. La cláusula ha dado continuidad al liderazgo de Petrobras en la promoción y ejecución de proyectos de investigación lo cual es el resultado de un largo proceso histórico que empezó en la etapa del monopolio. La contribución de Petrobras al desarrollo tecnológico ha sido caracterizada por una estrecha relación entre el Estado brasileño y la compañía nacional que ha sido mantenida incluso tras la quiebra del monopolio.

Las actividades de investigación de Petrobras estuvieron inicialmente centradas en el subsector de refino; a partir de la mitad de los años sesenta, con la creación del CENPES, la compañía invirtió más recursos en la investigación aplicada a la E&P. Posteriormente, tras la primera crisis petrolera mundial de 1973, Petrobras fue empujada por el gobierno brasileño a incrementar la inversión en E&P para contribuir al objetivo de seguridad energética nacional. Las nuevas exploraciones permitieron descubrir nuevos campos petroleros mar adentro. Para posibilitar su explotación, la compañía adoptó inicialmente una estrategia tecnológica pasiva, esto es, centrada en la adquisición y asimilación de tecnología extranjera; esa estrategia permitió a Petrobras acceder a conocimientos técnicos de los cuales tenía entonces un escaso dominio.

A partir de la mitad de los años ochenta, tras el descubrimiento de campos petroleros en aguas profundas, en un contexto de caída de los precios de referencia del crudo, el gobierno brasileño empujó a los directivos de Petrobras a promover una estrategia de desarrollo tecnológico *endógeno* para posibilitar la explotación de las nuevas reservas. La localización de los campos petroleros en aguas profundas alentó la compañía a elaborar un programa de desarrollo tecnológico, el Procap. Este programa constituyó un hito en el proceso de desarrollo tecnológico de Petrobras: a partir de ese momento la inversión en I+D de la compañía aumentó notablemente respecto al pasado (en términos relativos respecto a las ventas).

---

inversión: el Plan de Negocio y Gestión 2017-2021 de la compañía prevé inversiones totales de USD 74 100 millones, contra USD 98 400 millones del Plan 2015-2019, USD 220 600 millones del Plan 2014-2018 y USD 236 700 millones del Plan 2013-2017.

Posteriormente, la estrategia tecnológica de Petrobras fue adaptada para superar los nuevos desafíos que iban surgiendo tras el descubrimiento de nuevas reservas en aguas siempre más profundas. Es importante resaltar que mientras que el Procap estaba largamente centrado en la adaptación de tecnología extranjera, a través del Procap 2000 Petrobras inauguró un cambio de estrategia mirado al fomento de la innovación tecnológica.

La reforma del marco institucional del sector petrolero implementada en la segunda mitad de los años noventa determinó el fin del monopolio de Petrobras. A pesar de eso, el Estado brasileño mantuvo su influencia en la administración y gestión de la compañía y la impulsó a invertir en investigación aplicada a la E&P en aguas profundas. La influencia estatal sobre Petrobras fue ejecutada no solo a través del control del capital social con derecho de voto sino también por la definición de las condiciones establecidas en los contratos de concesión: la compañía fue la primera a ser obligada a cumplir con la cláusula de I+D.

Tras la introducción de la cláusula, el valor de la inversión en I+D de Petrobras se ha incrementado notablemente hasta alcanzar picos históricos. Si bien una parte consistente de esa inversión ha sido financiada a través de la cláusula, la expansión de la inversión en I+D debe ser interpretada en el marco de la evolución de la estrategia tecnológica de Petrobras. En otros términos, la cláusula ha impulsado la inversión en I+D en el marco de los programas de desarrollo tecnológico en aguas profundas que la compañía venía implementando desde el pasado; de esa forma, esa institución ha dado continuidad al liderazgo histórico de Petrobras en la investigación en aguas profundas.

Por otro lado, un cambio relevante determinado por la cláusula de I+D ha sido el incremento de la inversión en I+D por parte de *otras* compañías petroleras. Aunque dicha inversión ha sido secundaria respecto a la de Petrobras, su valor ha aumentado de forma paulatina en los últimos años. Por otra parte, casi todas esas compañías han invertido en I+D un valor apenas suficiente para cumplir con la cláusula. Eso revela que, como han confirmado también nuestros entrevistados, dichas empresas han invertido precisamente porque fueron obligadas contractualmente por la ANP. Esto es, la imposición de la cláusula de I+D ha sido determinante para impulsarlas a invertir en I+D en el país. Cabe preguntar si estas compañías hubieran invertido en ausencia de la cláusula, y cuánto.

El incremento de la inversión en I+D ha sido acompañado por una mayor inversión en la infraestructura física utilizada para la investigación por parte de Petrobras y otras compañías.

Por un lado, Petrobras ha reformado y ampliado su centro de I+D con la construcción del nuevo CENPES; este centro ha doblado sus instalaciones respecto al pasado y se ha dotado de nuevos laboratorios y equipamientos de última generación.

Por otro lado, BG y Statoil han invertido en la creación de centros de I+D en Brasil. Aunque las actividades de estos dos centros se encuentran todavía en fase incipiente, se trata de un cambio trascendente en el marco de la estrategia tecnológica mundial de las compañías petroleras dado que sus centros de I+D han sido mantenidos en los países de origen y en economías avanzadas. Este resultado está directamente vinculado con la cláusula de I+D en tanto que poseer centros de I+D en Brasil permite a las compañías petroleras destinar las inversiones obligatorias a proyectos de investigación realizados en sus propias instalaciones.

Además de las compañías petroleras, empresas de servicios líderes mundiales han invertido en la instalación de centros de I+D en Brasil que han sido equipados con tecnología de última generación. Este resultado constituye un cambio radical en las estrategias tecnológicas de las empresas de servicios siendo que éstas tienden a mantener los centros de I+D en sus países de origen. La cláusula de I+D ha sido decisiva para que dichas empresas crearan centros de investigación en el país: las empresas de servicios han sido motivadas por la expectativa de realizar proyectos de investigación conjuntamente con Petrobras financiados por la cláusula.

En segundo lugar, la implementación de la cláusula de I+D ha fomentado la incorporación de nuevos actores al proceso de desarrollo tecnológico. Por un lado, otras compañías petroleras diferentes de Petrobras han sido implicadas en la financiación y el desarrollo de proyectos de investigación en el sector petrolero. Este cambio debe ser interpretado en términos relativos: dichas compañías entraron en el subsector de E&P pocos años antes de la aplicación de la cláusula de I+D. Por otra parte, cabe resaltar que sus inversiones en I+D se han incrementado paulatinamente y además ha crecido el número de compañías petroleras obligadas a cumplir con la cláusula lo cual constituye un resultado apreciable.

Por otro lado, decenas de universidades y centros de investigación públicos y privados han sido directamente implicados en el proceso de desarrollo tecnológico. El mecanismo a través de que eso ha ocurrido ha sido la realización de proyectos de investigación financiados por las compañías petroleras a través de la cláusula de I+D. La cláusula ha profundizado la incorporación de dichas organizaciones a través del sistema de acreditación de la ANP: las organizaciones que cumplen con los requisitos establecidos por la agencia reguladora pueden

ejecutar proyectos de investigación financiados por las compañías petroleras. Por otra parte, diversas universidades y centros de investigación brasileños colaboran con Petrobras desde hace décadas, por tanto, la cláusula ha institucionalizado su participación en el desarrollo tecnológico. Profundizaremos en este mecanismo en el capítulo 9.

Otros actores que han sido incorporados al proceso de desarrollo tecnológico son las empresas de servicios. El mecanismo a través de que eso ha ocurrido ha sido la realización de proyectos de investigación en colaboración con las compañías petroleras financiados por la cláusula de I+D. Aunque la interdependencia tecnológica entre empresas de servicios y compañías petroleras es un rasgo general del sector petrolero (ver capítulo 4), la cláusula ha profundizado esa interrelación en tanto que ha favorecido el intercambio de conocimiento y experiencias entre las firmas a través de la realización de proyectos en colaboración con Petrobras.

En tercer lugar, la aplicación de la cláusula de I+D ha promovido la creación y el fortalecimiento de redes entre los actores implicados en el sector petrolero brasileño. Petrobras ha profundizado la red de colaboración preexistente con universidades y centros de investigación a través de los Núcleos Regionales de Competencia y las Redes Temáticas. Las dos iniciativas han sido financiadas por la cláusula de I+D, pero no hemos podido determinar en qué medida eso ha ocurrido. En todo caso, tanto los Núcleos Regionales de Competencia como las Redes Temáticas deben interpretarse en el marco de las relaciones que Petrobras ha venido consolidando con universidades y centros de investigación desde la etapa del monopolio. Esto es, la aportación de la cláusula de I+D ha sido consolidar la red de colaboración preexistente entre la compañía nacional y dichas organizaciones<sup>398</sup>.

Una red muy relevante que se ha consolidado en el período de estudio ha implicado a compañías petroleras y empresas de servicios. Esa red radica en la interdependencia tecnológica existente entre aquellas firmas y se ha profundizado a través de los proyectos conjuntos financiados por la cláusula de I+D. En concreto, la red se ha fundamentado en la colaboración entre el CENPES y los centros de I+D de las empresas de servicios.

Conviene recordar que la expectativa de realizar actividades conjuntas con Petrobras vía cláusula de I+D ha sido una motivación decisiva para que las empresas de servicios instalaran

---

<sup>398</sup> Como explicaremos en el capítulo 9, el centro de I+D de Petrobras (CENPES) ha desempeñado un papel determinante en la construcción de redes de colaboración científica y tecnológica con universidades y centros de investigación tanto domésticos como extranjeros.

sus centros de investigación en el país. La estrategia principal de esas empresas consiste en adquirir y desarrollar capacidades tecnológicas en E&P en aguas profundas a través de la colaboración con Petrobras, que posee una larga experiencia en esa actividad. En definitiva, si bien algunas empresas de servicios estaban presentes en Brasil anteriormente a la introducción de la cláusula de I+D, esta institución ha profundizado la interrelación entre ellas y Petrobras lo que ha contribuido al desarrollo tecnológico a través del intercambio de conocimiento, competencias y experiencias.

Otra red se ha establecido entre las empresas de servicios y la UFRJ. La creación de esta red ha sido posibilitada por la obligación de las primeras de invertir en proyectos de investigación en colaboración con la universidad. Esa imposición no está vinculada con la cláusula de I+D sino con el contrato que las empresas de servicios tienen con el parque tecnológico de la UFRJ. Por ello, la creación del parque tecnológico ha sido una institución relevante para fomentar la colaboración entre las empresas de servicios y la universidad.

Por otra parte, las actividades de I+D conjuntas suelen ocurrir intramuros, esto es, los centros de investigación de las empresas de servicios están cerrados a los investigadores externos. Además, las empresas de base tecnológicas (EBT) incubadas en la UFRJ no han conseguido realizar proyectos conjuntos con las empresas de servicios a pesar de encontrarse a pocos metros de aquellos centros. Las EBT no han conseguido tampoco colaborar con el CENPES, que está ubicado en la misma ciudad universitaria de la UFRJ. La escasa participación de las EBT en el proceso de desarrollo tecnológico será abordada en el capítulo 9.

La creación de redes muestra que el concepto de innovación abierta discutido en el capítulo 2 resulta adecuado para el estudio del desarrollo tecnológico en tanto que permite evidenciar las interrelaciones entre los actores implicados en este proceso incluyendo no solo a las compañías petroleras sino también a las empresas de servicios y las organizaciones de ciencia y tecnología.

En cuarto lugar, los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D han promovido la innovación tecnológica. Las innovaciones logradas por Petrobras deben ser interpretadas como el resultado de un largo proceso histórico a través del cual la compañía ha acumulado notables capacidades tecnológicas, en particular tras la adopción de los programas de desarrollo tecnológico (Procap).

## 8. Contribución al desarrollo tecnológico de las compañías petroleras y las empresas de servicios

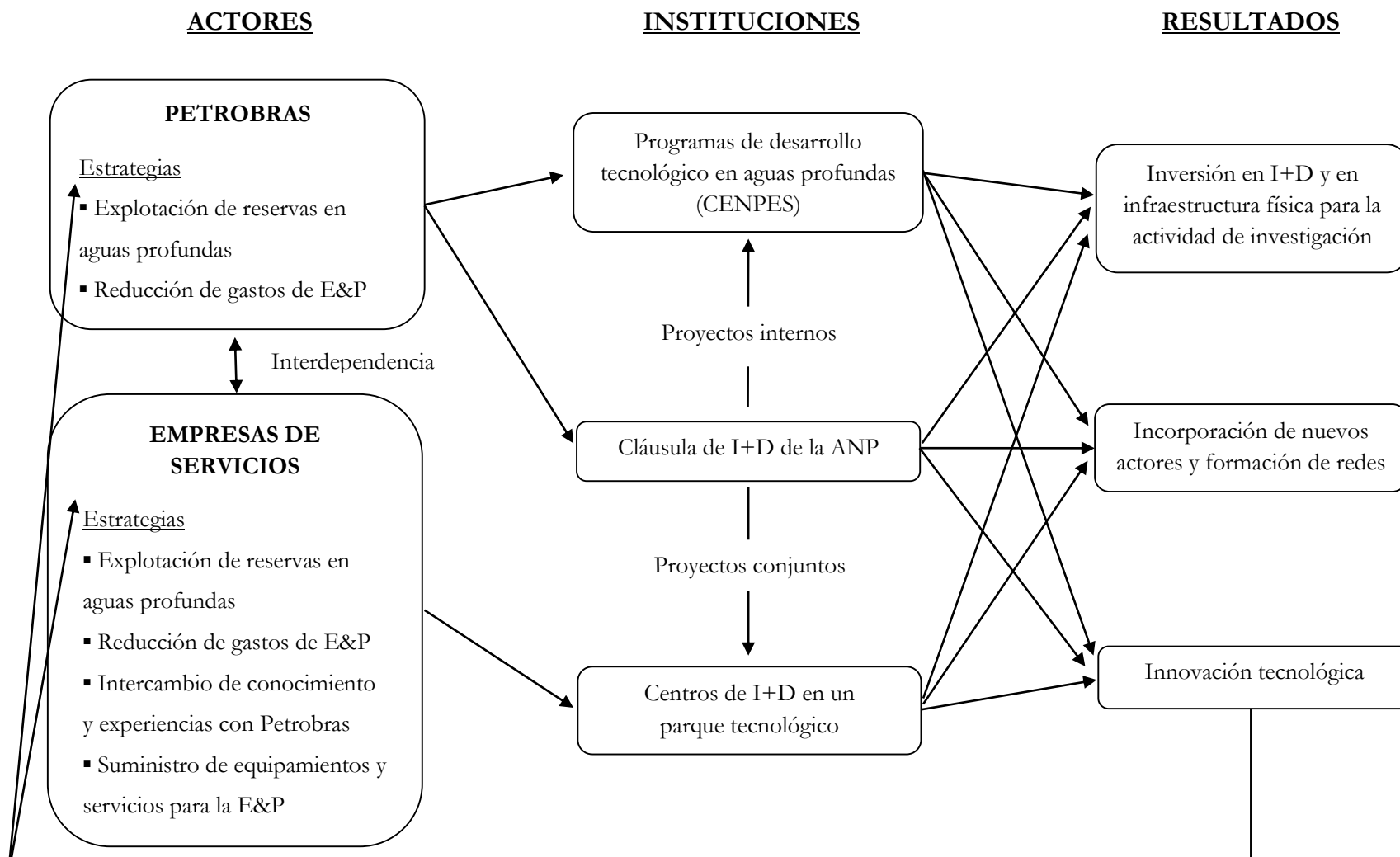
Las innovaciones de Petrobras analizadas en este capítulo demuestran las dos vías del desarrollo tecnológico que señalamos en el capítulo 3: la reducción de gastos de E&P y la explotación del Presal. Además, dichas innovaciones evidencian que la localización de las reservas en aguas profundas ha sido decisiva para impulsar Petrobras a invertir en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Esto es, los condicionantes estructurales han desempeñado un papel determinante en el proceso de desarrollo tecnológico.

La innovación tecnológica ha sido alentada también por los proyectos conjuntos entre compañías petroleras y empresas de servicios financiados por la cláusula de I+D. Entre otros, el caso del sistema de separación submarina (SSAO) realizado por Petrobras y FMC Technologies es muy ilustrativo por dos razones. En primer lugar, el proyecto revela el estrechamiento de la relación entre el CENPES y los centros de I+D creados por las empresas de servicios en Brasil. En segundo lugar, las capacidades desarrolladas por ese proyecto han resultado en la manufactura de un equipamiento de alta complejidad tecnológica: las capacidades tecnológicas desarrolladas en el sector petrolero han posibilitado el desarrollo productivo, como señalamos en el capítulo 1.

En síntesis, en este capítulo hemos investigado la contribución al desarrollo tecnológico por parte de Petrobras y las empresas de servicios con el objetivo de abordar las hipótesis 1 y 2. A partir de ello hemos identificado una serie de elementos de cambio y continuidad para valorar los impactos de la cláusula de I+D en el desarrollo tecnológico. El gráfico siguiente muestra las instituciones que han permitido a Petrobras y las empresas de servicios promover el desarrollo tecnológico considerando sus estrategias tecnológicas.

Para concluir nuestra investigación cabe todavía abordar la hipótesis 3 relativa a los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por universidades y centros de investigación, que será investigado en el próximo capítulo.

**Gráfico 8.10 Petrobras y empresas de servicios: instituciones y resultados del desarrollo tecnológico**



Fuente: elaboración propia

## **CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS ORGANIZACIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**E**n este capítulo vamos a abordar la hipótesis 3 relativa a los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por organizaciones de ciencia y tecnología (OCT) brasileñas, esto es, por universidades y centros de investigación. Conviene recordar que las compañías petroleras deben destinar al menos un 50 % de las inversiones generadas por la cláusula de I+D a proyectos realizados por OCT. La ANP publica la lista de dichos proyectos, puesto que requieren una autorización previa de la propia agencia reguladora; sin embargo, la ANP no ha realizado ningún estudio sobre los impactos de estos proyectos, con lo cual hemos tenido que acudir a fuentes de información predominantemente subjetivas (ver anexo 1).

En primer lugar, vamos a determinar qué organizaciones han sido financiadas por las compañías petroleras vía cláusula de I+D, cuántas inversiones han recibido y cuántos proyectos han realizado (9.1). Posteriormente, en línea con los indicadores planteados en el capítulo 7, vamos a abordar los impactos de dichos proyectos en: i) la infraestructura física utilizada para la investigación; ii) la actividad científica; iii) la formación de recursos humanos; iv) la innovación tecnológica; v) el depósito de patentes; y vi) la creación de empresas (9.2). Por último, finalizaremos el capítulo con una discusión de las conclusiones (9.3).

### **9.1 ORGANIZACIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA IMPLICADAS EN LA CLÁUSULA DE I+D**

En el capítulo 6 señalamos que los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por OCT requieren una autorización previa de la ANP. Desde que la agencia reguladora empezó a otorgar esa autorización (en 2006) hasta 2015, han sido autorizados 1361 proyectos de I+D en 131 OCT diferentes, por una inversión total de BRL 4643,7 millones (tabla abajo). El número de proyectos autorizados por la ANP en cada año por cada compañía petrolera está ilustrado en el anexo 4 de esta obra.



Tabla 9.1

**Inversiones autorizadas por la ANP en cumplimiento de la cláusula de I+D,  
por organización beneficiaria (2006-2015)**

Organización de ciencia y tecnología	Proyectos (n.º)	Inversión (BRL)	% total
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	259	517 780 272	11,2
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	37	161 227 650	3,5
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)	57	157 585 154	3,4
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	44	124 111 578	2,7
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	72	123 498 991	2,7
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	71	114 042 859	2,5
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	72	102 895 079	2,2
Universidade de São Paulo (USP)	67	96 817 165	2,1
Universidade Federal Fluminense (UFF)	25	78 008 458	1,7
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) <sup>1</sup>	2	73 877 740	1,6
Universidade Federal de Sergipe (UFS)	20	57 779 629	1,2
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	21	57 591 876	1,2
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	22	54 363 827	1,2
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)	27	52 333 110	1,1
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	37	51 835 104	1,1
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo	16	49 392 281	1,1
Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA) <sup>1</sup>	1	47 881 369	1,0
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)	15	43 226 487	0,9
Universidade de Brasília (UnB)	21	38 702 412	0,8
Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA) <sup>1</sup>	2	36 275 211	0,8
Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)	22	33 593 787	0,7
Universidade Federal do Ceará (UFC)	28	31 938 251	0,7
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	12	12 607 011	0,3
Universidade do Estado de Minas Gerais (UEM)	5	3 465 861	0,1
Instituto Nacional de Tecnologia (INT), PUC-Rio	1	3 271 514	0,1
Universidade Tiradentes (ITP)	4	3 163 125	0,1
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) <sup>2</sup>	2	2 792 163	0,1
Instituto LACTEC	2	1 847 091	0,0
Universidade Federal do Pará (UFPA); UFRJ; UERJ; Prooceano	1	1 590 280	0,0
Organizaciones diferentes, de las cuales:	393	2 161 546 132	46,5
- Ciencia sin Fronteras	22	869 711 396	18,7
- PRH-ANP	183	505 772 399	10,9
- Recursos humanos no especificados	9	30 731 405	0,7
- Organizaciones varias	179	755 330 932	16,3
Prominp (PNQP) <sup>3</sup>	3	348 722 780	7,5
<i>Total</i>	<i>1361</i>	<i>4 643 764 247</i>	<i>100</i>

Fuente: nuestra elaboración a partir de datos de la ANP (*Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico*). Notas: 1) Organización perteneciente a la *Marinha do Brasil*. Todos los proyectos de IEAPM, CIABA y CIAGA fueron financiados por Petrobras. Por lo que respecta al IEAPM, los dos proyectos financiaron la infraestructura física. En cuanto al CIABA y el CIAGA, sus proyectos consistieron en la formación de recursos humanos. 2) SENAI Santa Catarina. 3) El *Plano Nacional de Qualificação Profissional* (PNQP) es un plan nacional de cualificación profesional de recursos humanos que implica diferentes organizaciones brasileñas. El PNQP ha sido creado en el marco del *Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural* (Prominp) (ver capítulo 6). El valor del Prominp (PNQP) indicado en esta tabla ha sido financiado enteramente por Petrobras y ha sido destinado a diferentes organizaciones no especificadas

Del análisis de los datos conviene resaltar tres aspectos. En primer lugar, las veinte organizaciones que recibieron más fondos vía cláusula de I+D obtuvieron en conjunto un 45,9 % de todas las inversiones autorizadas por la ANP en 2006-2015<sup>399</sup>.

En segundo lugar, 64 de las 131 organizaciones beneficiarias de la cláusula de I+D son universidades públicas. Por otra parte, los proyectos realizados por las OCT han beneficiado exclusivamente institutos de ciencias exactas, principalmente ingeniería, química, física y geología. Si bien estas áreas científicas son muy relevantes para el desarrollo tecnológico en diversas actividades productivas, la investigación en ciencias sociales y humanas ha quedado excluida de los beneficios de la cláusula de I+D.

Por último, en torno a un 40 % de los recursos totales destinados a las OCT (en 2006-2015) ha sido invertido en apenas dos estados: Río de Janeiro y São Paulo; en cambio, dieciséis otros estados han recibido individualmente menos de un 2 % de los recursos totales<sup>400</sup>. Estas desigualdades territoriales deben ser interpretadas por dos lados. Por un lado, de forma general, las discrepancias reflejan las desigualdades que existen en la geografía económica de Brasil. Por otro lado, ese dato revela que está en curso un proceso de especialización por parte de algunas universidades en la investigación aplicada al sector petrolero: las compañías petroleras tienden a financiar las organizaciones de excelencia en las áreas científicas de su interés.

## 9.2 EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS ORGANIZACIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### 9.2.1 INFRAESTRUCTURA FÍSICA PARA LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

En el apartado anterior hemos identificado qué organizaciones se beneficiaron de la cláusula de I+D, cuántas inversiones recibieron y cuántos proyectos realizaron. Ahora bien, como explicamos en el capítulo 6, dichas inversiones pueden ser destinadas a financiar no solo la actividad científica sino también la infraestructura física utilizada en la investigación: edificios, laboratorios, equipamientos y materiales.

---

<sup>399</sup> Cabe notar que el porcentaje que hemos indicado es subestimado debido a dos factores. En primer lugar, una parte de los recursos asignados al programa *Ciência sem Fronteiras* (BRL 789,23 millones) ha sido destinada al presupuesto general de la misma iniciativa (contabilizada en la categoría “organizaciones diferentes” en la tabla arriba) lo cual ha beneficiado diversas OCT brasileñas que, sin embargo, no han sido especificadas por la ANP. Así pues, es probable que algunas de las organizaciones indicadas en la tabla 9.1 se haya beneficiado también de dichos recursos. En segundo lugar, algunas OCT se han beneficiado de una parte de los recursos destinados al presupuesto general del Prominp (PNQP); no obstante, no hay informaciones disponibles que permitan identificar las organizaciones beneficiarias y calcular los recursos obtenidos.

<sup>400</sup> Fuente: ANP, 2015. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 28, diciembre de 2015.

Los datos publicados por la ANP indican que 948 proyectos de los 1361 realizados por OCT (en 2006-2015) han sido destinados a la creación, reforma y ampliación de infraestructura física propia <sup>401</sup>. Dichos proyectos corresponden a una inversión total por parte de las compañías petroleras de BRL 2238 millones, lo que supone un 48,4 % del valor de todos los proyectos realizados por las OCT durante ese período (vía cláusula de I+D).

Es importante destacar que Petrobras ha financiado cerca de un 95 % de todos los proyectos de infraestructuras<sup>402</sup>, lo que revela una contribución preponderante. Este resultado debe interpretarse en el marco de la relación histórica entre Petrobras y las OCT brasileñas que hemos discutido en el capítulo 8.

La inversión en infraestructura física generada por la cláusula de I+D fue muy elevada en los primeros años de su aplicación: entre 2006 y 2009 dicha inversión constituyó en media un 79,6 % del valor total de los recursos destinados a las OCT. Posteriormente, dicha inversión ha ido declinando tanto en valor absoluto como en porcentaje del valor total (gráfico abajo)<sup>403</sup>.

---

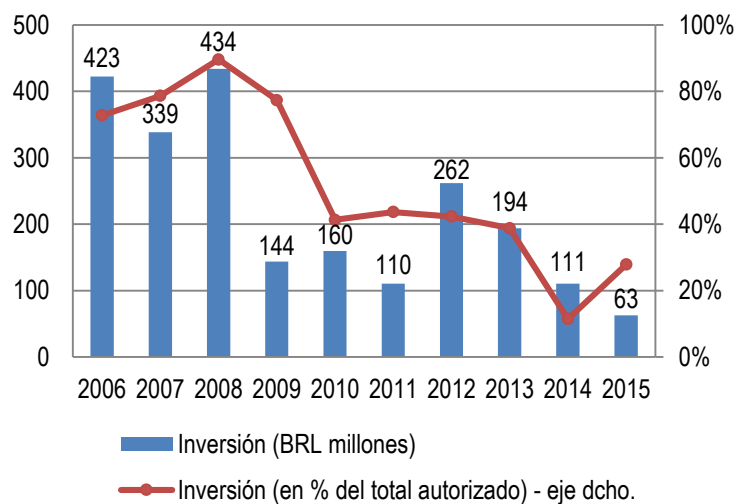
<sup>401</sup> Fuente: ANP. No hay datos disponibles para el período anterior a 2006.

<sup>402</sup> Fuente: nuestro cálculo a partir de la base de datos de la ANP.

<sup>403</sup> Por ejemplo, en 2014 Petrobras destinó un 91 % de todas sus inversiones obligatorias (en cumplimiento con la cláusula de I+D) en OCT para financiar las actividades de investigación y apenas un 9 % para la infraestructura física (Fachetti, 2015).

**Gráfico 9.1**

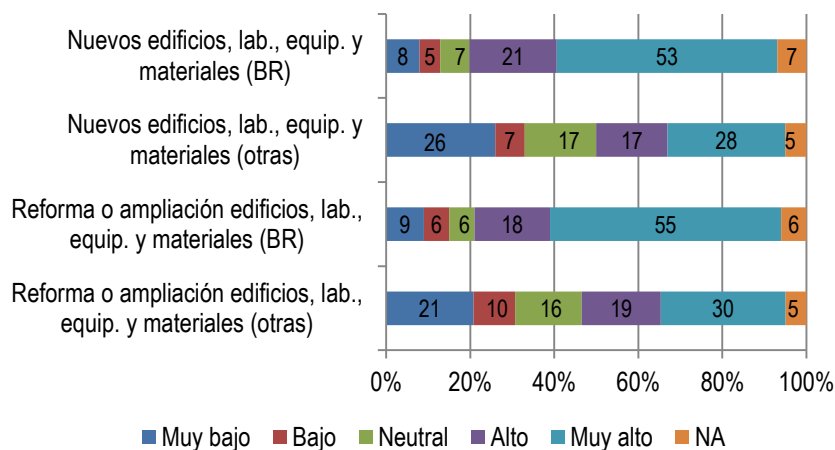
**Inversión en infraestructura científica de OCT financiada por la cláusula de I+D  
(BRL millones y % del valor total autorizado por la ANP; 2006-2015)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANP

Haciendo hincapié en los datos anteriores obtenidos de la ANP, conviene completar el análisis a través de los resultados de la encuesta dirigida a los coordinadores de proyecto de las OCT. Nuestros datos muestran que los proyectos financiados por la cláusula de I+D contribuyeron positivamente a crear, reformar y ampliar la infraestructura científica física en las organizaciones beneficiarias (gráfico abajo).

**Gráfico 9.2**  
**Impactos en la infraestructura científica física de OCT**  
(en % de las respuestas totales)



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Nota: BR = Petrobras; equip. = equipamiento; lab. = laboratorio; otras = otras compañías petroleras

Es interesante notar que los proyectos de infraestructura financiados por Petrobras han sido valorados relativamente mejor que los financiados por otras compañías. Eso debe ser interpretado como que, en las décadas anteriores a la introducción de la cláusula de I+D, Petrobras ha ido consolidando una estrecha colaboración con las OCT brasileñas (ver capítulo 8). La importancia de este vínculo ha sido confirmada por una encuesta reciente sobre 117 OCT brasileñas implicadas en el sector petrolero; el estudio ha mostrado que Petrobras fue responsable por un 57,7 % de toda la financiación (no solo vía cláusula de I+D) recibida por dichas organizaciones destinada a la infraestructura científica (De Moraes y Turchi, 2016)<sup>404</sup>.

A nuestro entender, el impacto positivo de la inversión en infraestructura física radica no solo en su apreciable valor monetario sino, sobre todo, en que la propiedad de los edificios, los laboratorios y los equipamientos financiados a través de la cláusula de I+D ha sido asignada integralmente a las OCT. La propiedad de la infraestructura constituye un medio crucial para fortalecer las capacidades de dichas organizaciones para realizar nuevas investigaciones. Las OCT pueden compartir sus instalaciones con empresas de micro y pequeño tamaño<sup>405</sup> para

<sup>404</sup> La encuesta titulada “*Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisa*” ha sido realizada en 2013 por el CNPq en conjunto con el Instituto de Investigación Económica Aplicada (*Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*, IPEA) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

<sup>405</sup> Las empresas de micro y pequeño tamaño son las que tienen una facturación bruta anual hasta BRL 16 millones, como establece la normativa del BNDES disponible en: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/porte.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html)>.

desarrollar actividades de investigación conjuntas; además, pueden permitir el uso de sus laboratorios a empresas brasileñas u organizaciones de derecho privado sin fines lucrativos para que estas realicen sus investigaciones<sup>406</sup>.

Otro aspecto apreciable consiste en que las compañías petroleras no imponen una dedicación exclusiva de la infraestructura financiada a los proyectos de su propio interés: las OCT beneficiarias son libres de usarla para sus propias actividades de investigación<sup>407</sup>. Esta práctica ha sido recogida recientemente por el Reglamento Técnico ANP 3/2015, que ha establecido que la infraestructura de naturaleza permanente financiada por la cláusula de I+D se incorpora al patrimonio de la OCT beneficiaria<sup>408</sup>. A nuestro entender, eso es muy positivo porque permite fortalecer las capacidades de dichas organizaciones.

La inversión en infraestructura física debe ser interpretada en relación con la estrategia de las compañías petroleras de posibilitar la explotación de las reservas en aguas profundas (ver capítulo 3). En concreto, las compañías han invertido en la infraestructura de las OCT para fortalecer sus capacidades, de manera que estas últimas pudieran realizar posteriormente los proyectos de interés de las primeras. Eso explica también la elevada inversión en los primeros años de aplicación de la cláusula (que vimos arriba): eso fue funcional a la capacitación de las OCT. Por otro lado, como han explicado nuestros entrevistados, ese resultado refleja también que la infraestructura de las OCT era relativamente carente: la cláusula de I+D ha representado una fuente de recursos crucial para “revitalizar” y modernizar los laboratorios y los equipamientos científicos, especialmente en las universidades.

Otro factor relevante para interpretar este resultado consiste en que las inversiones en infraestructura científica han sido concentradas en pocas OCT. Eso se explica como que las compañías petroleras han financiado el fortalecimiento de grupos de investigación de excelencia. Por ejemplo, el mayor proyecto de infraestructura fue realizado en la *Universidade Federal de Pernambuco* (UFPE) en la cual fue creado el *Laboratório Integrado de Tecnologia em Petróleo, Gás e Biocombustíveis*. Se trata de un centro de investigación avanzado constituido por nueve laboratorios especializados en diferentes áreas relacionadas con la E&P (corrosión, simulación y gerencia de reservorios, etc.). El proyecto consistió en la construcción de un nuevo edificio de

---

<sup>406</sup> Véase la Ley 10973, de 2 de diciembre de 2004 (*lei de inovação*), reglamentada por el Decreto 5563, de 11 de octubre de 2005. Véase también la Ley 13243, de 11 de enero de 2016.

<sup>407</sup> La única condición impuesta por las compañías es respetar el cronograma de los proyectos financiados.

<sup>408</sup> Las instalaciones podrán ser donadas a una OCT acreditada por la ANP (mediante autorización de la ANP) para realizar actividades de I+D en el sector petrolero (Reglamento Técnico ANP 3/2015, artículo n.º 1.58).

ocho plantas (12 634 metros cuadrados) que fue realizado con una inversión de BRL 76,5 millones por parte de Petrobras. Por otra parte, Shell invirtió BRL 7,9 millones en la *Universidade Estadual de Campinas* (UNICAMP) para construir un laboratorio de caracterización de biomasa para la investigación sobre etanol de segunda generación, siendo uno de los más avanzados del mundo en esta área<sup>409</sup>. Shell es una de las mayores fabricantes de etanol de caña de azúcar en Brasil a través de la empresa mixta Raízen, creada por Shell y Cosan.

Es conveniente notar que la inversión en infraestructura física no implica automáticamente una mayor o mejor actividad científica. Hemos encontrado que algunas OCT afrontaron dificultades para sostener los gastos de manutención ordinaria de los laboratorios financiados por la cláusula de I+D. Este inconveniente ocurrió porque las OCT no encontraron fondos suficientes tras la conclusión de los proyectos financiados por la cláusula<sup>410</sup>. En otros términos, la cláusula de I+D no puede ser analizada con abstracción de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación, que afecta a las OCT brasileñas.

En definitiva, las inversiones generadas por la cláusula de I+D han tenido un impacto positivo en la infraestructura física de las OCT. En el caso de Petrobras, la cláusula ha dado continuidad a una relación preexistente: la compañía lleva décadas financiando proyectos de investigación en universidades y centros de investigación domésticos (ver capítulo 8). Por otro lado, la cláusula de I+D ha estrechado las relaciones entre las otras compañías petroleras y las OCT, lo que constituye un resultado notable. Las OCT han logrado adueñarse de la infraestructura financiada por las compañías petroleras; a nuestro entender, eso es muy positivo dado que permite fortalecer las capacidades de dichas organizaciones para realizar nuevas actividades científicas en futuro.

### **9.2.2 ACTIVIDAD CIENTÍFICA Y REDES DE INVESTIGACIÓN**

Los datos publicados por la ANP indican que los proyectos realizados por OCT financiados por la cláusula de I+D fueron destinados principalmente a la investigación en E&P y a la formación de recursos humanos (esta última a través de la iniciativa PRH-ANP, el Prominp y el programa *Ciência sem Fronteiras*). Por otra parte, es interesante notar que la investigación en áreas

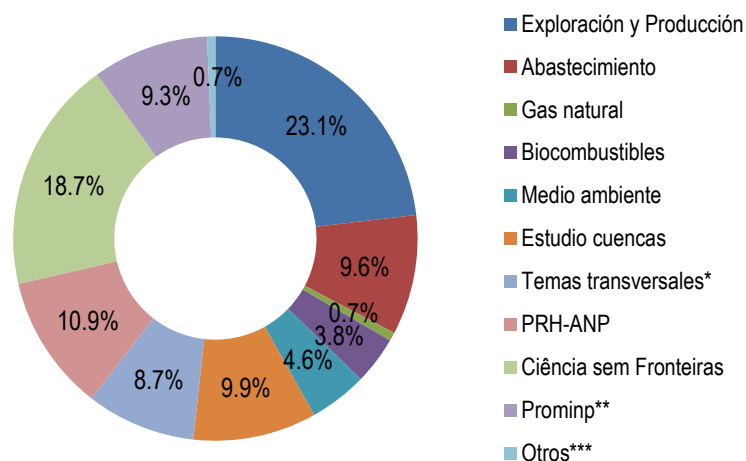
---

<sup>409</sup> Fuente: UNICAMP, 2013. *UNICAMP inaugura laboratório em colaboração com a Shell*. 22/11/2013. Disponible en: <http://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2013/11/21/unicamp-inaugura-laboratorio-em-colaboracao-com-shell>.

<sup>410</sup> Un coordinador de una universidad pública brasileña, cuya identidad será mantenida anónima, nos comentó que un edificio entero de nueva construcción equipado con laboratorios y equipamientos fue acabado en 2011 pero nunca entró en funcionamiento debido a una falta de recursos ordinarios para pagar las instalaciones eléctricas e hidráulicas.

diferentes del sector petrolero recibió escaso apoyo, hasta el sector de biocombustibles que está incluido en la misión de la ANP de fomentar el desarrollo tecnológico (gráfico abajo).

**Gráfico 9.3**  
**Actividades realizadas por OCT financiadas por la cláusula de I+D**  
**(% del total de los recursos recibidos; 2006-2016<sup>1</sup>)**



Fuente: ANP, 2016. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 36, agosto de 2016. Disponible en: <http://anp.gov.br/?pg=67509>. Notas: 1) Hasta junio de 2016 inclusive. \*) Se trata de un conjunto de proyectos principalmente destinados a financiar infraestructura científica física. \*\*) Prominp = Programa de Movilización de la Industria Nacional de Petróleo y Gas Natural. Ese dato incluye los gastos previstos en el Plan Nacional de Cualificación Profesional (PNQP), en el *Centro de Instrução Almirante Graça Aranha* (CIAGA) y en el Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA); además, incluye gastos de infraestructura de laboratorio por BRL 66,39 millones. Por tanto, el porcentaje indicado en este gráfico no coincide con el porcentaje indicado en la tabla 9.1. \*\*\*) Incluye gastos de infraestructura de laboratorio por BRL 14,97 millones

La concentración de la actividad científica en el área de E&P puede ser interpretada como que Petrobras y otras compañías petroleras han financiado proyectos de investigación que responden a las estrategias de reducción de los gastos de E&P y de explotación de las reservas del Presal (ver capítulo 3). De hecho, dichas actividades abarcan un amplio conjunto de disciplinas científicas que son cruciales para esas dos estrategias: geología, física, química, ingeniería, mecánica, automatización, etc.

Nuestra encuesta muestra que los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por OCT han impactado en la actividad científica a través de varios canales. En primer lugar, la cláusula de I+D ha contribuido a incrementar los recursos financieros que las OCT disponen para realizar sus actividades de investigación. Como han señalado nuestros entrevistados, la



cláusula ha sido crucial para “revitalizar” la investigación científica en las universidades públicas brasileñas como muestran los comentarios de los encuestados (cuadro abajo).

**Cuadro 9.1**  
**Comentarios abiertos de los encuestados**

1. Los recursos de la cláusula de I+D son absolutamente fundamentales para la manutención de nuestro curso de estudios.
2. ¡Sin el apoyo de Petrobras la investigación en la universidad brasileña se reduciría drásticamente!
3. La posibilidad de implantar una nueva infraestructura física fue fundamental. Sin eso no habría investigación y desarrollo.
4. El impacto de la inversión de las compañías petroleras en la universidad, vía cláusula de I+D, fue extremadamente significativo e importante. Eso proporcionó la estructuración de una infraestructura adecuada para la investigación así como la formación de recursos humanos.
5. La cláusula de I+D y las Redes Temáticas de Petrobras constituyen excelente acciones para la integración universidad-sector industrial para el fomento de la I+D. Proyectos de investigación como los financiados por Petrobras son de gran importancia para las universidades por el hecho de que proporcionan: oportunidades de formación de grupos de investigación, aumento de publicaciones científicas, mayor integración entre investigadores de la propia organización científica y entre estos y los de otras organizaciones similares, integración de investigadores de diferentes áreas de conocimiento, modernización de laboratorios y disponibilidad de recursos para la actividad de campo.

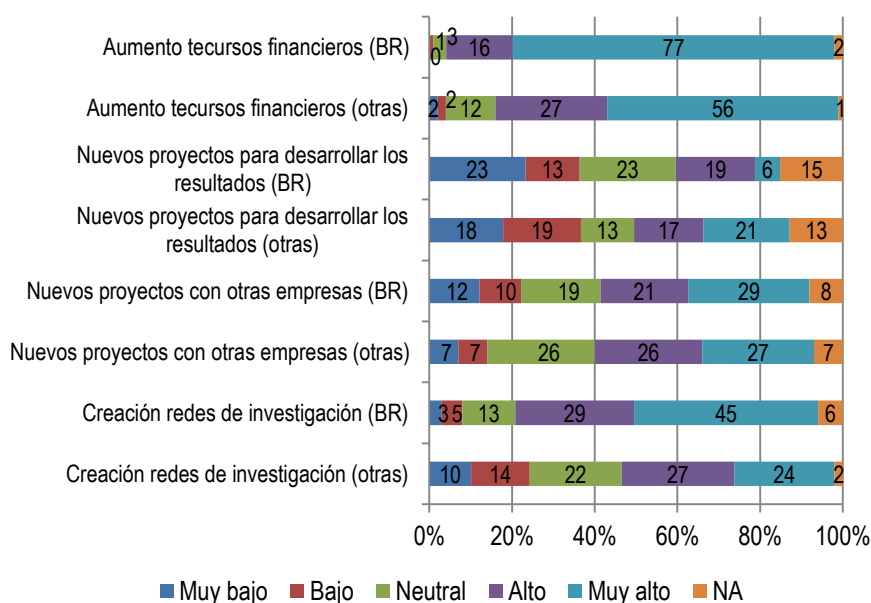
Fuente: cuestionarios. Nota: la traducción al español es nuestra

Hemos intentado averiguar si las actividades financiadas por la cláusula de I+D han impulsado la realización de nuevos proyectos de investigación para desarrollar los resultados obtenidos por otros proyectos anteriores. Sin embargo, como muestra el gráfico abajo, las respuestas de los encuestados no son concluyentes. Por medio de entrevistas hemos aclarado que los proyectos autorizados por la ANP raramente han sido refinanciados para desarrollar etapas más avanzadas. Entre 2006 y 2016, apenas trece proyectos fueron extendidos en una segunda fase y doce de ellos fueron financiados por Petrobras. Cabe destacar que la no refinanciación no implica necesariamente un desinterés por parte de las compañías petroleras; es frecuente que los proyectos tengan objetivos y metas específicos que puedan ser alcanzados en una única fase.

Los resultados de la encuesta muestran que las OCT beneficiarias de la cláusula de I+D han sido estimuladas a realizar proyectos adicionales (a los financiados por la cláusula) en conjunto con otras empresas. Eso se explica, según indican nuestros entrevistados, como que los investigadores implicados en las actividades financiadas por la cláusula han adquirido nuevas capacidades y han desarrollado nuevas líneas de investigación (gráfico abajo).

**Gráfico 9.4**

**Impactos en la actividad científica (en % de las respuestas totales)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Notas: BR = Petrobras; otras = otras compañías petroleras; post. = postgrado

Un resultado crucial de nuestra encuesta consiste en que los proyectos financiados por la cláusula de I+D han fomentado la creación de redes entre las OCT implicadas y las compañías petroleras u otras organizaciones. Eso parece más relevante en el caso de los proyectos financiados por Petrobras (gráfico arriba); eso debe interpretarse como que la compañía nacional ha venido fomentando numerosas redes científicas en el sector petrolero desde la etapa del monopolio. En 2006 Petrobras ha profundizado la red de colaboración con las OCT a través de la creación de los Núcleos Regionales de Competencia y las Redes Temáticas (ver capítulo 8). Conviene destacar también que la compañía nacional ha incorporado el concepto de innovación abierta (ver capítulo 2) en su estrategia tecnológica lo cual ha implicado una mayor apertura a las colaboraciones científicas y tecnológicas con universidades y centros de investigación.

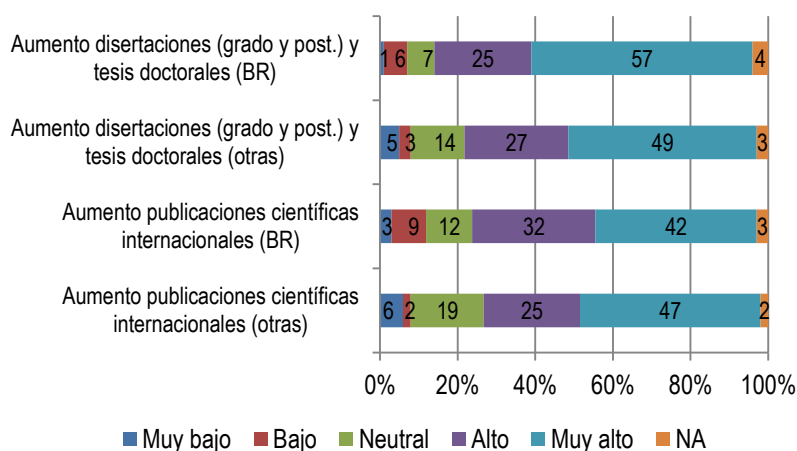
Nuestros entrevistados señalan que, debido también a la relación preexistente entre Petrobras y las OCT brasileñas, ha ocurrido un diálogo constante entre los técnicos de la compañía y los investigadores de las organizaciones que ejecutaron los proyectos. En concreto, cuando Petrobras financia un proyecto de I+D en una OCT, el grupo de investigación de la organización beneficiaria entra en contacto directo con un equipo de técnicos de la compañía petrolera (del CENPES). A partir de ahí, la unidad de Petrobras responsable dialoga constantemente con los investigadores de la OCT y contribuye al proyecto de investigación aportando sus propios conocimientos y competencias. Eso radica en que los técnicos de Petrobras han adquirido en el tiempo un conjunto impresionante de capacidades tecnológicas, en particular en el área de E&P en aguas profundas. A nuestro entender, este diálogo es muy positivo porque permite el intercambio de conocimiento y experiencias y la capacitación de los recursos humanos implicados.

En cambio, como señalan nuestros entrevistados, la interacción entre los investigadores de las OCT y los técnicos de *otras* compañías petroleras ha sido en general más débil que en el caso de Petrobras. En concreto, los investigadores de la OCT que ejecuta un proyecto siguen las líneas guía de la compañía petrolera, pero realizan sus actividades en sus propios laboratorios: la interacción con el responsable de la compañía petrolera durante el proyecto es limitada a una reunión periódica. Esa interacción blanda puede ser interpretada como las compañías diferentes de Petrobras están aprendiendo y desarrollando las capacidades adecuadas a las características del sector petrolero brasileño. Conviene recordar que solo BG y Statoil tienen centros de I+D en el país y apenas la primera lo ha inaugurado.

Otro indicador del impacto positivo de la cláusula de I+D en la actividad científica consiste en el incremento de publicaciones en revistas científicas internacionales y disertaciones académicas (trabajos fin de carrera, trabajos finales de máster y tesis doctorales) relacionadas con los proyectos de I+D financiados por la cláusula (gráficos abajo).

**Gráfico 9.5**

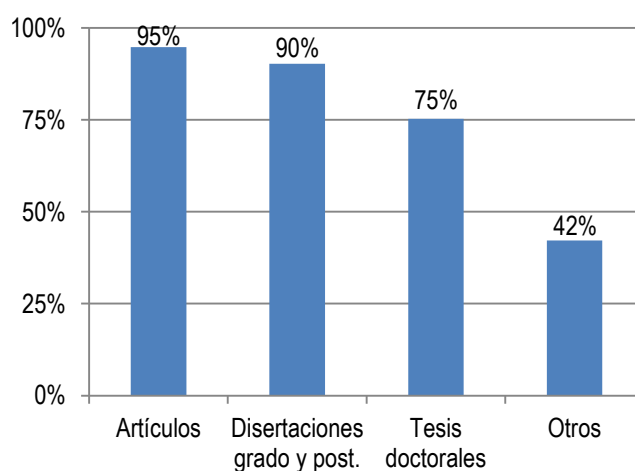
**Impactos en las publicaciones científicas (en % de las respuestas totales)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Notas: BR = Petrobras; otras = otras compañías petroleras; post. = postgrado

**Gráfico 9.6**

**Impactos en las publicaciones científicas, por categoría (% de respuestas)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Nota: post. = postgrado. Las publicaciones se refieren a proyectos de investigación autorizados por la ANP entre 2009 y 2013 (ver anexo 1)

Si bien las valoraciones han sido positivas, por medio de entrevistas hemos encontrado que las compañías petroleras suelen condicionar la publicación de los resultados de los proyectos debido a su carácter estratégico. Eso ocurre por una asimetría de poder: los investigadores de las OCT suelen negociar con los departamentos legales de las compañías qué resultados de los proyectos pueden ser publicados y de qué forma. A nuestro entender, eso limita la difusión del conocimiento a la comunidad externa y la posibilidad de desarrollo científico y tecnológico de

aquellos resultados. Como en este ámbito son muy relevantes los derechos de propiedad intelectual, en el apartado 9.6 abordaremos el tema de las patentes.

En definitiva, los resultados aportados permiten identificar el impacto positivo de la cláusula de I+D en la actividad científica, en particular en el área de E&P. Las actividades realizadas han impulsado la realización de otros proyectos de investigación y las publicaciones científicas por parte de las organizaciones implicadas, aunque, por otra parte, existen restricciones impuestas por las compañías petroleras.

### **9.2.3 FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

Los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por OCT han contribuido a la formación de recursos humanos. Los datos publicados por la ANP proporcionan informaciones apenas sobre el valor de los recursos financieros asignados a esa actividad: en el apartado anterior hemos destacado que el PRH-ANP, el Prominp y el programa *Ciência sem Fronteiras* recibieron en conjunto un 39 % de las inversiones totales generadas por la cláusula de I+D destinadas a OCT.

En concreto, en 2006-2015 el PRH-ANP recibió BRL 505,77 millones, totalmente financiados por Petrobras; dichos recursos fueron destinados a 183 proyectos en beneficio de 34 universidades (BRL 307,84 millones) y 19 centros de investigación (BRL 197,93 millones)<sup>411</sup>.

Al Prominp fueron asignados BRL 348,72 millones a través de tres proyectos financiados por Petrobras (uno en 2006, uno en 2007 y otro en 2010) en favor de diferentes organizaciones no especificadas por la ANP.

Por otra parte, el programa *Ciência sem Fronteiras* recibió BRL 869,71 millones que fueron asignados a 22 proyectos; dos proyectos fueron financiados por Petrobras (BRL 742,07 millones), doce por BG (BRL 86,12 millones), seis por Statoil (BRL 23,03 millones), uno por Shell (BRL 9,49 millones) y otro por Petrogal (BRL 9 millones). Los fondos asignados a este programa financiaron la formación de recursos humanos en ocho universidades brasileñas<sup>412</sup>.

---

<sup>411</sup> Del valor total destinado a las universidades, BRL 8,12 millones han sido asignados a organizaciones no especificadas.

<sup>412</sup> Cabe notar que gran parte de los recursos destinados al programa *Ciência sem Fronteiras* ha sido asignada a su presupuesto general y no es posible identificar qué organizaciones han sido beneficiadas.

A estas iniciativas, cabe añadir nueve proyectos asignados al mismo fin sin especificar el programa marco (BRL 2,1 millones). Así pues, entre los 1361 proyectos autorizados por la ANP, los destinados a la formación de recursos humanos fueron 217.

En definitiva, los datos de la ANP revelan que la contribución de Petrobras ha sido primordial para financiar los programas de recursos humanos. Por otra parte, la cláusula de I+D ha impulsado *otras* compañías a contribuir a la formación de recursos humanos lo que se ha concretado a través del programa *Ciência sem Fronteiras*.

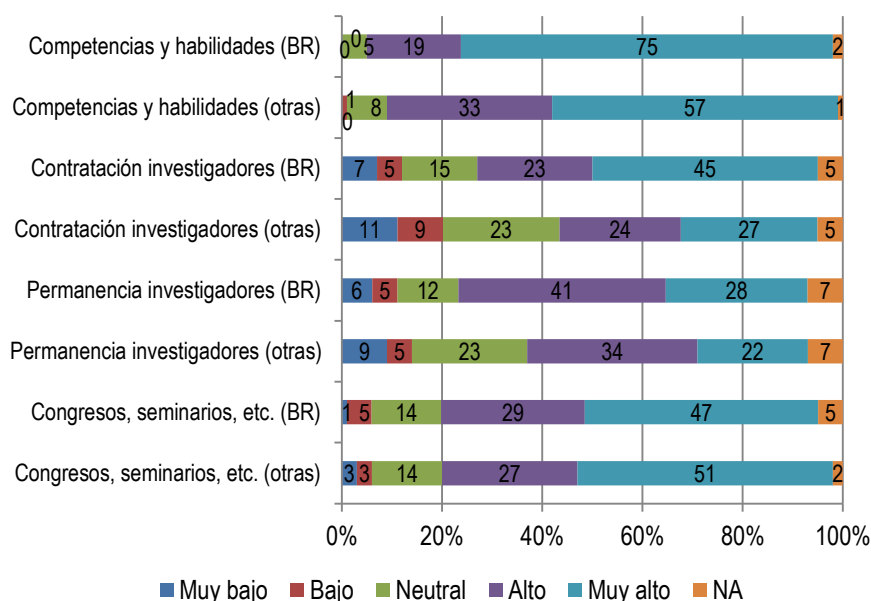
Los resultados de nuestra encuesta indican que los proyectos financiados por la cláusula de I+D han promovido la generación de conocimiento, competencias y habilidades de los investigadores de las OCT implicados (gráfico abajo). La mejor valoración de los proyectos financiados por Petrobras debe interpretarse como que los investigadores valoran muy positivamente la interacción con los técnicos del CENPES, que poseen una larga experiencia en el sector.

Nuestra encuesta muestra también que la participación en un proyecto conjunto con Petrobras incentiva la contratación de investigadores por parte de la OCT beneficiaria. Además, parece que los investigadores continuaron trabajando en los mismos equipos en que desarrollaron los proyectos financiados por la cláusula de I+D. Eso es muy relevante para mantener en las OCT las capacidades adquiridas anteriormente.

Por último, la encuesta sugiere que los proyectos financiados por la cláusula de I+D han fortalecido la formación de los recursos humanos gracias a la participación de los investigadores implicados en eventos científicos, como seminarios, congresos y conferencias.

**Gráfico 9.7**

**Impactos en la formación de recursos humanos (en % de las respuestas totales)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Nota: BR = Petrobras; otras = otras compañías petroleras

En definitiva, la cláusula de I+D ha tenido un impacto positivo en la formación de los investigadores implicados. Esta contribución es primordial para favorecer el desarrollo tecnológico en tanto que dota el país de recursos humanos más cualificados. Cabe resaltar que, como discutido en el capítulo 8, antes de la introducción de la cláusula de I+D la formación de recursos humanos en el sector petrolero era promovida exclusivamente por Petrobras a través de la colaboración científica y tecnológica con universidades y centros de investigación. La implementación de la cláusula ha mantenido una continuidad respecto al pasado: Petrobras sigue siendo el actor principal en ese ámbito. Sin embargo, otras compañías petroleras han empezado a contribuir a la formación de recursos humanos, lo que constituye un avance importante promovido por la cláusula de I+D.

#### 9.2.4 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

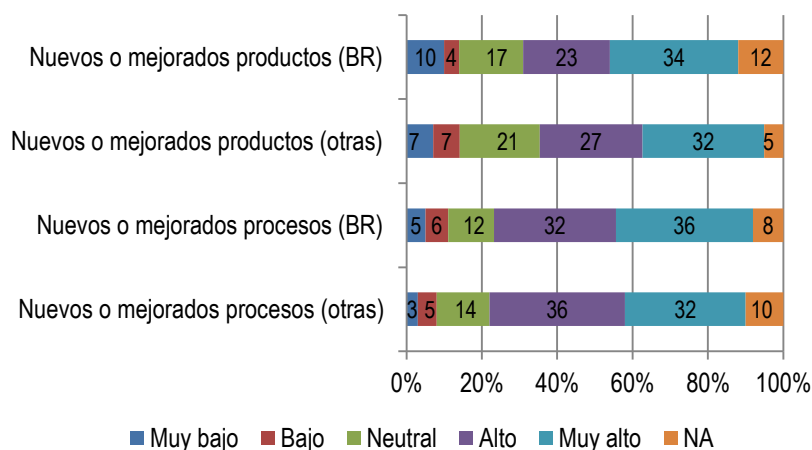
Los proyectos financiados por la cláusula de I+D han promovido la introducción de nuevos o mejorados productos (bienes o servicios) y procesos<sup>413</sup>. Ahora bien, la ANP no recopila ni

<sup>413</sup> Esa definición coincide con el concepto de innovación expresado por el Reglamento Técnico ANP 3/2015. Este reglamento define la innovación como la introducción de una novedad o un perfeccionamiento en el ambiente productivo o social que resulta en un nuevo producto, proceso o servicio. Cabe notar que el anterior

publica las innovaciones tecnológicas resultantes de dichos proyectos. Los resultados de nuestra encuesta muestran que más de la mitad de los encuestados valora positivamente el impacto de las actividades financiadas por la cláusula de I+D en la generación de nuevos o mejorados productos y procesos (gráfico abajo).

**Gráfico 9.8**

**Impactos en la innovación tecnológica (en % de las respuestas totales)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Nota: BR = Petrobras; otras = otras compañías petroleras

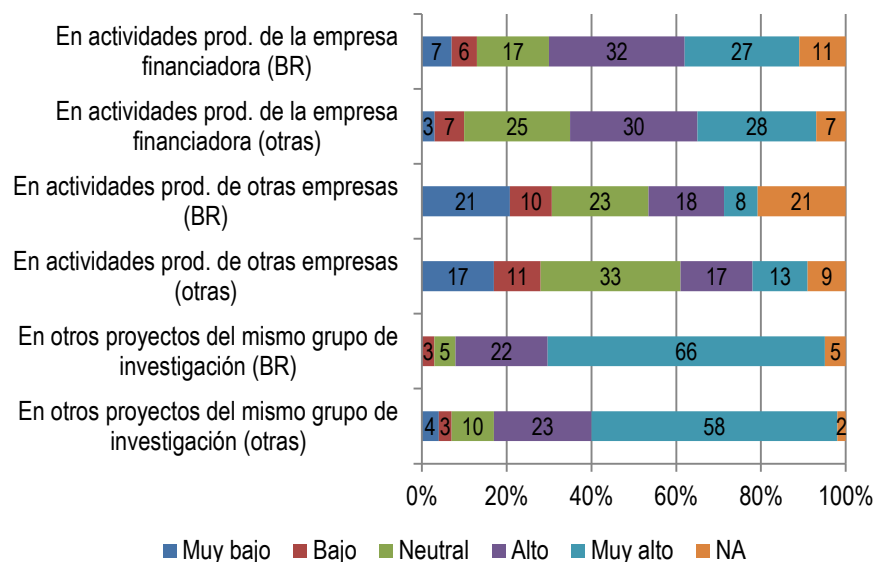
Puesto que definimos el desarrollo tecnológico como tecnología implementada en la actividad productiva, es interesante destacar que los resultados de los proyectos financiados por la cláusula de I+D fueron efectivamente aplicados por las compañías petroleras financiadoras (gráfico abajo); no obstante, nuestra encuesta no permite aclarar si dichos resultados fueron implementados en la actividad productiva de terceras empresas (no implicadas en los proyectos). Por otro lado, parece que los resultados de los proyectos financiados por la cláusula encontraron aplicación en otras actividades científicas de los grupos de investigación que los realizaron. Este último aspecto puede ser interpretado como que los resultados científicos constituyen un input para posteriores investigaciones: de hecho, las tecnologías de E&P requieren largos procesos de estudio antes de ser aplicadas en la actividad productiva.

Reglamento Técnico ANP 5/2005 no incluía los servicios entre las tipologías de innovación (consideraba solo la innovación de producto y proceso). En la encuesta hemos especificado que un producto es un bien o un servicio.



**Gráfico 9.9**

**Aplicación de los resultados de los proyectos de I+D en la actividad productiva y en la investigación científica (en % de las respuestas totales)**

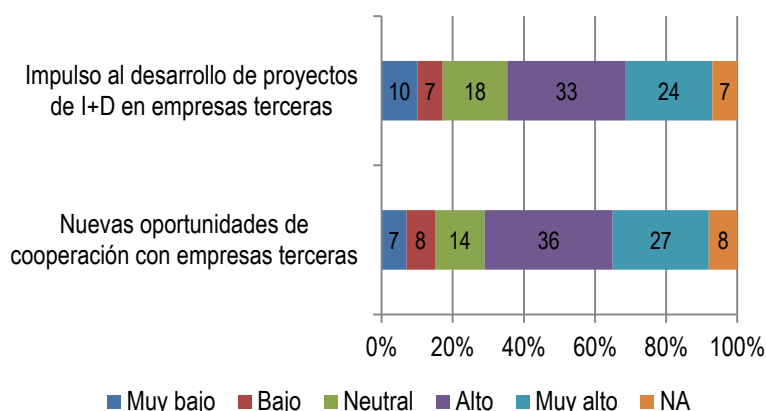


Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Nota: BR = Petrobras; otras = otras compañías petroleras; prod. = productivas

Los encuestados coinciden en que las actividades financiadas por la cláusula de I+D impulsaron a las organizaciones beneficiarias a desarrollar nuevos proyectos de investigación con empresas terceras (que no participaron en aquellas). Además, hay evidencia que los proyectos financiados por la cláusula de I+D generaron nuevas oportunidades de cooperación científica y tecnológica con terceras empresas (gráfico abajo). Podemos interpretar estos resultados como que las organizaciones que realizan los proyectos adquieren conocimiento y experiencias que les permiten expandir sus actividades y abrirse a nuevas colaboraciones. En otros términos, los efectos de la cláusula de I+D pueden ampliarse y propagarse más allá de los actores implicados.

Gráfico 9.10

## Impactos en empresas terceras (en % de las respuestas totales)



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Nota: en este caso no hemos diferenciado entre proyectos financiados por Petrobras y por otras compañías petroleras

Estos resultados ofrecen apenas una visión general del impacto de la cláusula de I+D en la innovación tecnológica; por ello, conviene analizar algunos ejemplos concretos para profundizar en la dinámica de los proyectos. En primer lugar, vamos a abordar los proyectos financiados por Petrobras y, posteriormente, los financiados por otras compañías. Sin pretensión de exhaustividad, vamos a exponer las innovaciones que han tenido mayor aplicación y que han sido galardonadas con el Premio ANP de Innovación Tecnológica, que es otorgado anualmente por la ANP a los proyectos más innovadores en el sector petrolero brasileño.

En primer lugar, un proyecto financiado por Petrobras y desarrollado por la universidad PUC-Rio (Departamento de Ingeniería Mecánica, Laboratorio de Sensores a Fibra Óptica) resultó en la creación del Sistema de Supervisión Óptico Directo en la Bobina (*Sistema de Monitoramento Óptico Direto no Arame*, MODA). El MODA es un sistema de supervisión continuo en tiempo real que detecta anticipadamente el surgimiento y la propagación de daños estructurales en los ductos flexibles (*risers*) submarinos a través de sensores de fibra óptica<sup>414</sup>. La posibilidad de supervisar la producción permite evitar posibles fallos que causarían gastos muy elevados para la compañía petrolera; por eso, podemos observar que este proyecto responde a la estrategia de reducción de gastos (ver capítulo 3).

<sup>414</sup> El sistema MODA evita que el daño progresivo en las armaduras del *riser* provoque accidentes y, garantizando la integridad del ducto, aumenta su vida útil.

Actualmente cinco sistemas MODA están en operación en la cuenca de Campos y otros diecisiete *risers* están instalados en la cuenca de Santos (se estima que hasta 2016 otros 69 *risers* serán equipados con ese sistema). La fabricación del MODA ha alcanzado un contenido local superior a un 80 % y tiene potencial de exportación para el mercado internacional, puesto que puede ser aplicado a todo tipo de *riser*<sup>415</sup>.

Entre los resultados del proyecto MODA cabe destacar el depósito de una patente (de propiedad de Petrobras) y la realización de tres tesis doctorales, así como la publicación de cinco artículos en revistas científicas por parte de los investigadores que realizaron el proyecto. Además, gracias al apoyo de la PUC-Rio y del Instituto Gênesis (incubadora de empresas de la PUC-Rio), fue creada Monflex, una empresa de base tecnológica (EBT) con capital 100 % brasileño creada por los investigadores académicos implicados en el proyecto.

De acuerdo con el coordinador del proyecto, que hemos entrevistado, uno de los factores determinantes del éxito ha sido la constante interacción con Petrobras, no solo por su apoyo financiero sino sobre todo por el soporte técnico de los investigadores del CENPES los cuales colaboraron estrechamente con los de la PUC-Rio. Se trata de un factor que ya discutimos en los apartados anteriores. Otro factor determinante ha sido que los investigadores implicados en el proyecto del sistema MODA han logrado obtener licencia de la tecnología patentada para poder comercializarla. Pues, una conclusión central de este caso es que la propiedad intelectual constituye una *conditio sine qua non* para poder crear una EBT a partir de los resultados de un proyecto de investigación (más adelante profundizaremos en este asunto).

En segundo lugar, un proyecto financiado por Petrobras y realizado por el instituto Coppe de la UFRJ (*Laboratório de Análise e Confiabilidade de Estruturas Offshore*) en colaboración con Caldex (empresa brasileña que suministra conexiones y accesorios para la E&P mar adentro) y la fundación COPPETEC<sup>416</sup> permitió desarrollar la Boca de Campana Multifuncional (*Boca de Sino Multifuncional*, BSMF).

---

<sup>415</sup> En general, cada *riser* es equipado con algunas decenas de sensores: en una plataforma con cerca de 30 *risers* hay miles de sensores que transmiten señales a la sala de operación a través de muchos cables. Usando sensores de fibra óptica se reducen los cables minimizando la interferencia del sistema de monitor del *riser* con las otras operaciones de plataforma. Además, eso permite monitorear continuamente el estado de los *risers*. Así pues, el sistema MODA consiente reducir los gastos derivados de la interrupción de la producción en caso de fallos de los *risers*.

<sup>416</sup> La COPPETEC es una fundación de la UFRJ que se ocupa de asistir a los investigadores de la UFRJ en la gestión de proyectos.

La BSMF es una estructura de interface entre plataforma petrolífera y *riser* que posibilita la conexión de *risers* rígidos o flexibles en un único soporte<sup>417</sup>. El proyecto de la BSMF ha sido impulsado por Petrobras para superar un problema específico relativo a la conexión de estructuras submarinas en aguas profundas, esto es, la localización de las reservas ha sido crucial para motivar el proyecto. Otro factor relevante ha sido la necesidad de reducir los gastos de E&P: la BSMF permite conectar los *risers* a la plataforma a través de un único dispositivo lo que disminuye los gastos asociados a la infraestructura submarina. Gracias a esos beneficios, han sido fabricadas ya 360 unidades en Brasil, de las cuales 60 han sido ya instaladas.

El proyecto de la BSMF ilustra que la cláusula de I+D ha permitido estrechar la colaboración “triangular” entre Petrobras, una empresa brasileña y una universidad. El centro neurálgico de esa interrelación ha sido el CENPES, que ha desempeñado un papel crucial no solo como financiador del proyecto sino como vehículo para el intercambio de conocimiento y competencias entre los investigadores implicados.

Cabe destacar que la empresa implicada en este proyecto es de pequeño tamaño lo cual es muy interesante porque evidencia que no solo las grandes empresas de servicios pueden acceder a la financiación de la cláusula de I+D. No obstante, en general las pequeñas empresas han sido escasamente implicadas en la cláusula de I+D; como explicaremos más adelante, los obstáculos para dichas empresas (en particular las EBT) consisten en que éstas no alcanzan los requisitos de escala y de capacidad financiera requeridos por las compañías petroleras.

En tercer lugar, un proyecto conjunto entre Petrobras, Subsea 7 do Brasil (filial de la empresa de origen británica Subsea 7), el instituto Coppe de la UFRJ y el *Instituto de Pesquisas Tecnológicas* (IPT) ha permitido desarrollar la Boya de Sustentación de *Riser* (*Boia de Sustentação de Riser*, BSR)<sup>418</sup>. El proyecto evidencia las dos vías del desarrollo tecnológico discutidas en el capítulo 3: la reducción de los gastos de E&P y la explotación de reservas en aguas profundas. Además, el proyecto ha sido originado por un problema técnico encontrado por Petrobras en la E&P en aguas profundas, lo que reafirma que las características de las reservas petrolíferas ha sido un factor relevante para impulsar el desarrollo tecnológico.

---

<sup>417</sup> Esta tecnología posibilita contratar los cascos de las FPSO e iniciar la fabricación del *riser* antes de definir el tipo de *riser*; eso trae flexibilidad al estudio del reservorio sin impactar el cronograma del proyecto de desarrollo de la producción.

<sup>418</sup> En el instituto Coppe han participado dos laboratorios científicos: el *Laboratório de Ondas e Correntes* (LOC) y el *Laboratório de Métodos Computacionais e Sistemas Offshore* (LAMCSO).

El concepto de la BSR fue desarrollado por primera vez por el CENPES en los años noventa y elaborado en el ámbito del proyecto Deepstar<sup>419</sup>. La construcción y la demostración del prototipo de la BSR han sido realizadas por un astillero brasileño, Sermeta<sup>420</sup>. Hasta finales de 2015 fueron instaladas cuatro BSR en campos del Presal.

La BSR consiste en una estructura de acero de 52 metros de longitud y 40 metros de ancho, sumergida a cerca de 250 metros de profundidad y ancorada en el suelo marino por un conjunto de ataduras (Petrobras, 2015d). La BSR posibilita que los movimientos de la plataforma no sean transmitidos integralmente a los *risers* rígidos, instalados entre el pozo y la boya; de esa forma, se reduce el esfuerzo sobre los *risers* y se incrementa su vida útil, con notables beneficios económicos<sup>421</sup>.

Además de posibilitar el transporte del crudo del Presal a la plataforma, la BSR permitirá aumentar de unos 19 000 bd la producción en los campos Sapinhoá y Lula Nordeste<sup>422</sup>. Cabe destacar que el costo de fabricación de la BSR es inferior a las soluciones alternativas disponibles en el mercado (tubos caldeados). Eso refleja que la reducción de gastos ha sido una vía para impulsar el desarrollo tecnológico.

El proyecto de la BSR muestra que ha ocurrido una estrecha colaboración entre Petrobras, una grande empresa de servicios, una universidad y un centro de investigación público. La creación de esa red de colaboración ha permitido el desarrollo de una tecnología de alta complejidad que ha sido ya implementada en la E&P en aguas profundas. El CENPES ha desempeñado una función primordial no solo como colaborador en las actividades de investigación sino como coordinador entre los actores implicados: la interacción entre los investigadores se ha fundamentado en un diálogo constante con los técnicos del CENPES.

---

<sup>419</sup> Deepstar es un proyecto de desarrollo tecnológico industrial conjunto entre empresas del sector petrolero. Véase: <<http://www.deepstar.org/>>.

<sup>420</sup> Los campos Sapinhoá y Lula Nordeste (cuenca de Santos) operan desde octubre de 2015 con un sistema de producción basado en el uso de la BSR. En total, hasta hoy han sido instaladas cuatro boyas, que conectan nueve pozos productores. Las boyas son instaladas a cerca de 250 metros de profundidad y sustentan los *risers* conectados a los ductos submarinos.

<sup>421</sup> El uso de la BSR posibilita acelerar el inicio de la producción de los pozos, siendo que la boya y los *risers* rígidos pueden ser instalados antes de la llegada de la plataforma en el lugar indicado. En concreto, la BSR es un equipamiento fluctuante intermediario entre los *risers* de acero, que captan el petróleo y gas que fluye en el árbol de navidad, y las mangueras flexibles (*jumpers*) conectadas con la plataforma.

<sup>422</sup> Fuente: Folha de São Paulo, 2014. *Boia gigante ajuda a levar petróleo do pré-sal à superfície*. 17/8/2014. Disponible en: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/08/1501597-boia-gigante-ajuda-a-levar-petroleo-do-pre-sal-a-superficie.shtml>>.

Pues bien, hasta aquí hemos analizado casos concretos de innovación derivada de proyectos financiados por Petrobras. Conviene ahora ilustrar tres ejemplos de proyectos financiados por otras compañías petroleras.

Una de las innovaciones tecnológicas más destacadas surgidas de proyectos financiadas a través de la cláusula de I+D es el *Flat Fish*. Se trata de un vehículo autónomo utilizado para la inspección visual de alta resolución de equipamientos submarinos. El proyecto ha sido financiado por BG con una inversión total de BRL 32 millones y ha sido desarrollado en colaboración con el centro de investigación SENAI Cimatec<sup>423</sup> y con el apoyo del *Intelligente Lösungen für die Wissensgesellschaft* (DFKI), la EMBRAPPII y la ANP.

El proyecto es ilustrativo en tanto que evidencia las dos vías del desarrollo tecnológico que hemos explicado en el capítulo 3: la reducción de gastos de E&P y la explotación de campos petroleros en aguas profundas. Además, confirma que la localización de las reservas en aguas profundas ha sido un factor determinante del proceso de desarrollo tecnológico: el proyecto del *Flat Fish* ha sido originado a partir de un problema encontrado por BG en la actividad de E&P en aguas profundas.

Cerca de un 30 % de los recursos del proyecto del *Flat Fish* ha procedido de inversiones de BG en cumplimiento con la cláusula de I+D<sup>424</sup>; el resto de los recursos ha procedido del presupuesto de la misma compañía y de la cofinanciación de las otras entidades implicadas en el proyecto, aunque no hay datos detallados disponibles.

Nuestros entrevistados valoran el *Flat Fish* como una innovación radical, esto es, de fuerte carácter innovador y que rompe con las tecnologías anteriores. De hecho, es el primer prototipo en su categoría desarrollado en Brasil. Gracias a sus características innovadoras, se estima que el *Flat Fish* permitirá reducir los gastos operativos de un 30-50 % respecto a los otros vehículos submarinos operados remotamente<sup>425</sup>. Eso muestra que, como adelantábamos,

---

<sup>423</sup> El Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (*Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial*, SENAI) es una organización privada brasileña de interés público, sin fines lucrativos, con personalidad jurídica de derecho privado. Su misión es apoyar algunas áreas industriales del país a través de la formación de recursos humanos y la prestación de servicios técnicos. El *Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia* (CIMATEC) fue inaugurado en 2002 en la sede del SENAI de Salvador. Su objetivo principal es atender la industria a través de la formación de profesionales cualificados, la prestación de servicios técnicos y la investigación aplicada.

<sup>424</sup> Véase: BG, 2015. *BG Brasil, SENAI Cimatec and EMBRAPPII showcases autonomous underwater vehicle FlatFish*. 7/12/2015. Disponible en: <<http://www.bg-group.com/~files/?tiletype=news&id=842>>.

<sup>425</sup> A diferencia de los otros vehículos submarinos operados remotamente usados en ese tipo de operación, que requieren el empleo de hasta 60 personas trabajando en una embarcación dedicada, el *Flat Fish* puede ser

la reducción de gastos ha sido un canal del desarrollo tecnológico y que la solución tecnológica ha sido desarrollada para abordar un problema asociado con la localización de las reservas en aguas profundas. Cabe recordar que BG posee un departamento de investigación en Brasil y está finalizando la instalación de un centro de I+D en el país.

Otra destacada innovación tecnológica ha derivado de un proyecto financiado por Statoil y desarrollado en cooperación con el Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales (*Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais*, CNPEM) y con la empresa brasileña ADEST Técnicas para Soldagem de Metais. Dicho proyecto ha resultado en la creación de las Telas Premium para Control de Arena (*Telas Premium para Controle de Areia*). Se trata de telas especiales utilizadas en el sector petrolero para impedir la obstrucción y la erosión de equipamientos submarinos. Cabe resaltar que el proyecto de Telas Premium ha sido galardonado con el desatacado Premio ANP de Innovación Tecnológica.

La tecnología de soldadura usada para fabricar las Telas Premium ha sido transferida con exclusividad por el CNPEM a ADEST a través de un contrato de transferencia tecnológica; este acuerdo de propiedad intelectual ha permitido a ADEST comercializar la tecnología a cambio del pago de unas regalías<sup>426</sup>. Eso evidencia que, como ya señalamos por el caso del sistema MODA, la propiedad intelectual desempeña un rol vital para posibilitar la implementación de una tecnología a partir de los resultados de un proyecto de investigación.

Las nuevas telas permiten reducir el gasto de E&P, siendo que constituyen un 60 % del gasto total de los equipamientos de terminación de pozos. Además, la producción de telas en Brasil permitirá una sustitución de importaciones por cerca de USD 100 millones anuales<sup>427</sup>. La estrategia de reducción de gastos de E&P ha sido un factor relevante para impulsar el proyecto de investigación. Por otra parte, la conclusión central de este proyecto reside en que la colaboración triangular entre compañías petroleras, empresas brasileñas y OCT ha sido posible también con empresas diferentes de Petrobras. Cabe recordar que Statoil es la única compañía petrolera que ha completado la instalación de un centro de I+D en Brasil, lo cual sugiere que poseer ese tipo de estructura puede promover la interrelación entre los otros actores implicados en un proyecto conjunto.

---

utilizado por un solo operador remoto desde un escritorio terrestre, sin necesidad de un barco de apoyo (está instalado en una estación submarina y puede salir diariamente para recoger datos).

<sup>426</sup> ADEST pagará al CNPEM por la utilización de esa tecnología en concepto de regalías por un valor de un 3 % de sus ventas líquidas.

<sup>427</sup> Antes de la creación de la *Telas Premium*, la técnica de fabricación de ese tipo de producto no estaba disponible en Brasil, siendo dominada por empresas de Japón, Alemania y Estados Unidos.

Una tercera innovación tecnológica muy relevante consiste en la creación de un robot para la E&P en aguas profundas (proyecto Doris). El proyecto ha sido financiado por Petrobras y Statoil vía cláusula de I+D y ha sido desarrollado en colaboración con el *Grupo de Simulação e Controle em Automação e Robótica* (GSCAR) del instituto Coppe de la UFRJ.

El robot Doris es un vehículo submarino operado remotamente para la inspección de instalaciones utilizadas en la E&P mar adentro; el vehículo permite supervisar e intervenir en los equipamientos submarinas. El robot es capaz de recoger y analizar audio, videos e imágenes térmicas para que el personal de plataforma pueda tomar decisiones sobre las intervenciones a realizar. De esa forma, permite no solo reducir los gastos potenciales derivados de decisiones inoportunas sino también posibilita la explotación de las reservas en aguas profundas gracias a la intervención a distancia desde la plataforma petrolífera.

En el capítulo 4 hemos explicado que existe una interdependencia tecnológica entre compañías petroleras y empresas de servicios. Sin embargo, el proyecto Doris muestra que la cláusula de I+D ha sido capaz de aglutinar también dos compañías petroleras competidoras en torno a un mismo proyecto y ambas se han abierto a la colaboración con una universidad. En definitiva, los proyectos financiados por la cláusula pueden generar diferentes tipos de relaciones entre los actores y las interrelaciones determinan los resultados en el desarrollo tecnológico. Eso recuerda lo que discutimos en el capítulo 2: el desarrollo tecnológico debe ser interpretado como un proceso colectivo y sistémico.

En definitiva, los resultados aportados anteriormente permiten concluir que la cláusula de I+D ha contribuido positivamente a la innovación tecnológica. En concreto, los proyectos financiados por la cláusula han promovido la colaboración entre compañías petroleras, empresas de servicios y OCT. En los proyectos financiados por Petrobras, el CENPES ha desempeñado un rol primordial no solo en la coordinación de las actividades sino también en la promoción de un diálogo constante entre los actores implicados, lo que ha favorecido el intercambio de conocimiento, competencias y experiencias.

Por otra parte, podemos concluir que la propiedad intelectual desempeña una función crítica tanto para implementar las tecnologías resultantes de los proyectos de investigación como para crear empresas a partir de los resultados de estos proyectos. Por ello, en los próximos dos apartados vamos a profundizar en las patentes y en la creación de empresas resultantes de las actividades financiadas por la cláusula de I+D.



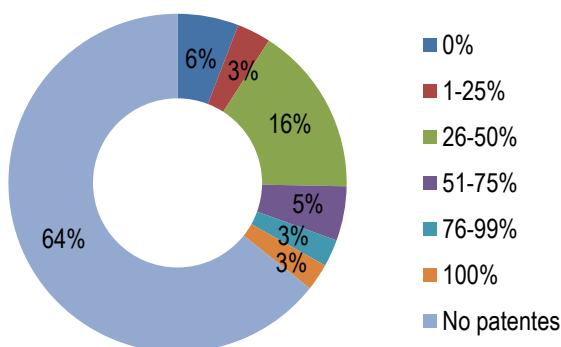
### 9.2.5 DEPÓSITO DE PATENTES

En el capítulo 6 hemos destacado que los derechos de propiedad intelectual son un elemento clave del marco institucional del sector petrolero. Además, en el capítulo 8 hemos encontrado que las empresas de servicios presentes en Brasil han utilizado la protección de la propiedad intelectual de forma estratégica. Por último, en el apartado anterior hemos evidenciado que la propiedad intelectual tiene un rol crítico en la implementación de las innovaciones resultantes de los proyectos de I+D de las OCT.

Pues bien, la ANP no publica el número de patentes depositadas a partir de los proyectos de financiados por la cláusula de I+D. Por otra parte, nuestra encuesta revela que menos de un 40 % de los proyectos realizados por las OCT generaron nuevas patentes. Cuando eso ha ocurrido, en la mayoría de los casos estas organizaciones han obtenido una participación en la propiedad intelectual inferior o igual a un 50 % y, en algunos casos, han sido excluidas de ella (gráfico abajo).

**Gráfico 9.11**

**Porcentaje de propiedad intelectual en beneficio de las OCT**  
(% de propiedad intelectual; en % de las respuestas totales)



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios

Nuestro encuestados señalan que es frecuente que los investigadores de las OCT (representados por las fundaciones universitarias) no reclamen la propiedad intelectual de los proyectos financiados por las compañías petroleras, las cuales tienen un fuerte poder de negociación. Los casos en que no fueron depositadas patentes se explican no solo por la probable falta de los requisitos básicos para su depósito sino sobre todo por la decisión por

parte de las compañías petroleras de no patentar (que responde a la estrategia interna de cada empresa), que es impuesta a las OCT financiadas.

Por otra parte, con frecuencia ocurre que las universidades no disponen de los recursos financieros suficientes para mantener el depósito de las patentes o no poseen estructuras administrativas capaces de gestionarlas y comercializarlas<sup>428</sup>. De hecho, hemos comprobado que el número de patentes depositadas en el INPI por las universidades brasileñas es muy escaso<sup>429</sup>.

A nuestro entender, como ya señalamos anteriormente, esta situación crea un potente obstáculo: la falta de titularidad de la patente se convierte en un impedimento para la creación de EBT (e.g. *spin-off* académico) por parte de los investigadores que participaron en los proyectos de I+D. Las EBT que hemos estudiado en el apartado anterior fueron exitosas porque consiguieron mantener al menos un 50 % de la propiedad intelectual y, en los casos en que otorgaron la mayoría de la propiedad a las compañías petroleras, por lo menos lograron firmar acuerdos con estas para poder explotar la patente. De acuerdo con nuestros entrevistados, eso ocurre con más frecuencia en los proyectos financiados por Petrobras, debido a que la compañía tiene una larga tradición de colaboración con las universidades brasileñas.

Las estrategias tecnológicas y los intereses económicos de los cotitulares (e.g. compañía petrolera versus universidad) son contrapuestos y eso puede dificultar que una invención derivada de un proyecto se convierta en una tecnología patentada y aplicada en la actividad productiva. Por un lado, las universidades y los centros de investigación pretenden mantener el derecho de uso del conocimiento generado por los proyectos de investigación, para poder aplicarlo en otras actividades científicas. Por otro lado, la propiedad intelectual es estratégica para el negocio de las compañías petroleras: estas pretenden ejercer el derecho no solo de decidir si patentar o menos, sino también de mantener la propiedad de la invención patentada.

---

<sup>428</sup> Para pasar de la etapa de invención científica a la comercialización de una tecnología, diversas universidades de Estados Unidos han creado oficinas de transferencia tecnológica. Los responsables de esas oficinas evalúan en qué medida conviene otorgar licencias a terceros o crear EBT vinculadas a la universidad, que se encarguen de comercializar las tecnologías patentadas (Piscione, 2014).

<sup>429</sup> Entre 2000 y 2014, apenas cuatro universidades tienen dos patentes depositadas en el INPI. Otras siete universidades tienen una sola patente depositadas en ese período.

Conviene recordar que el Reglamento Técnico ANP 3/2015 ha introducido una novedad fundamental respecto a la normativa anterior: la asignación a OCT y empresas brasileñas de hasta medio-gran tamaño de porcentajes mínimos de propiedad sobre los activos intangibles resultantes de los proyectos financiados por la cláusula de I+D (ver capítulo 6.5). Por otra parte, persiste una fuerte asimetría de poder entre las OCT y las pequeñas empresas frente a las compañías petroleras la cual condiciona la negociación sobre la propiedad intelectual.

En torno a la propiedad intelectual hay un debate abierto: las compañías petroleras argumentan que los recursos de la cláusula de I+D son de naturaleza privada y que, por tanto, las firmas tienen derecho a disponer de todos los resultados de los proyectos financiados por ellas, así como el pleno derecho sobre la propiedad intelectual resultante de ellos. A nuestro entender, la cuestión crítica radica en cómo regular la adquisición de conocimiento científico por empresas privadas generado con recursos públicos: la cláusula de I+D está basada en una normativa de una agencia gubernamental, pero está formalmente incluida en contratos privados.

Para dirimir esa disputa, es conveniente destacar que en Estados Unidos el *Bayh-Dole Act*, de 12 de diciembre de 1980, permite que universidades, pequeñas empresas y organizaciones sin fines lucrativos puedan retener los derechos de propiedad intelectual surgidos de proyectos financiados con recursos públicos<sup>430</sup>. Transfiriendo la titularidad de los derechos a esas organizaciones, se les ofrece la facultad de conceder licencia sobre los activos de propiedad intelectual a otras entidades a cambio de regalías. Esto es, las universidades pueden licenciar la explotación de una patente como derecho exclusivo a firmas privadas o a una empresa conjunta con aquellas<sup>431</sup>. Esa normativa ha respaldado la adquisición de patentes por diversas empresas *start-up* de la Silicon Valley (Piscione, 2014).

---

<sup>430</sup> El *Bayh-Dole Act* incentiva la introducción en el mercado de nuevas tecnologías en tanto que induce las firmas a comercializar los resultados científicos gracias al beneficio de la licencia exclusiva. Por otro lado, las universidades pueden otorgar la licencia exclusiva a una empresa privada a condición de que el producto que incorpora la invención patentada sea sustancialmente manufacturado en los Estados Unidos (sección n.º 204). De esa forma, hay una estrecha relación entre la protección de la propiedad intelectual y la política industrial: las empresas domésticas pueden beneficiarse de la apropiación de rentas antes de invertir en I+D. Véase el título 35, capítulo 18, del *Code of Laws of the United States (US Code)*.

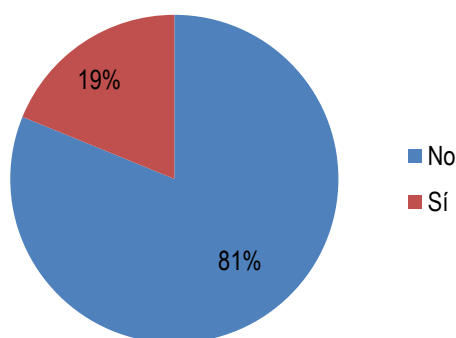
<sup>431</sup> Cabe notar que en el caso del *Bayh-Dole Act*, la patente no tiene la función de recompensar al inventor por el gasto en investigación, siendo que el investigador de la universidad autor de la invención obtiene una compensación a priori a través de la financiación pública para la investigación. Es interesante notar que un 84 % de la investigación científica realizada en la Universidad de Stanford es financiada por el gobierno federal de Estados Unidos (Piscione, 2014).

### 9.2.6 CREACIÓN DE EMPRESAS

En los apartados anteriores hemos ilustrado que en algunos casos los investigadores implicados en proyectos financiados por la cláusula de I+D crearon empresas de base tecnológica (EBT) para comercializar las innovaciones resultantes de dichas actividades. Conviene ahora profundizar en este fenómeno.

Ante todo, cabe precisar que no están disponibles datos oficiales relativos a las EBT creadas a partir de proyectos financiados por la cláusula de I+D. Los resultados de nuestra encuesta muestran que, en la gran mayoría de los casos analizados, dichos proyectos no lograron crear nuevas EBT (gráfico abajo).

**Gráfico 9.12**  
**Creación de empresas de base tecnológica (EBT) (% de respuestas)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios

Cabe destacar que la creación de EBT está condicionada por dos factores. En primer lugar, como adelantábamos en apartados anteriores, es imprescindible poseer la propiedad intelectual sobre los resultados de los proyectos de I+D o, por lo menos, es necesario obtener el derecho de uso de la tecnología patentada.

En segundo lugar, de forma más general, es conveniente que la organización al que pertenecen los investigadores que realizan el proyecto disponga de una estructura administrativa (e.g. una oficina) que los asista para patentar las nuevas tecnologías. Dicha estructura es vital para apoyar los investigadores a crear nuevas EBT que comercialicen las tecnologías patentadas y para fortalecer su poder de negociación contras las compañías

petroleras que, como vimos en apartados anteriores, han logrado beneficiarse de la propiedad intelectual de proyectos realizados por OCT.

Con respecto a las EBT que ya existen, la cláusula de I+D genera un potente conflicto de intereses entre estas empresas y las universidades. Eso ocurre porque, gracias a la cláusula, las universidades han logrado fortalecer sus laboratorios que son utilizados para prestar servicios petroleros a las compañías petroleras en las mismas áreas de negocio de las EBT. Hemos encontrado casos concretos de EBT constituidas por jóvenes investigadores egresados de universidades brasileñas que se encontraron en firme competencia con sus anteriores colegas universitarios (los cuales sí se beneficiaron de la cláusula de I+D, al contrario de las EBT)<sup>432</sup>.

Es interesante notar que también las EBT instaladas en la Incubadora de Empresas de la UFRJ no han logrado insertarse en el mecanismo de la cláusula de I+D. A pesar de que dichas empresas se encuentran a pocos metros del CENPES y de los centros de I+D de las empresas de servicios, nuestros entrevistados señalan que ninguna EBT ha realizado proyectos en colaboración con Petrobras o con las empresas de servicios.

Un potente obstáculo a la inserción de las EBT en la colaboración tecnológica con las compañías petroleras consiste en que las primeras no alcanzan los requisitos de escala y de capacidad financiera requeridos. La actividad de E&P mar adentro (en particular en el Presal) demanda un volumen de bienes y servicios enorme respecto a la reducida escala de producción de las EBT; por ello, las compañías petroleras prefieren financiar proyectos de investigación en colaboración con grandes empresas de servicios.

Nuestros entrevistados evidencian que las EBT (y las pequeñas empresas de servicios domésticas) pueden insertarse en las actividades de E&P mar adentro como subproveedores de componentes o servicios de inspección y manutención de pozos, y de *software* de análisis de datos sísmicos y geofísicos.

Otro obstáculo que afrontan las EBT (y las pequeñas empresas de servicios domésticas) radica en que estas empresas carecen de financiación no reembolsable para invertir en innovación y, por otro lado, no consiguen prestar las garantías exigidas para obtener la financiación reembolsable otorgada por la Finep<sup>433</sup>. Cabe destacar que sí existen iniciativas para

---

<sup>432</sup> Por motivos confidenciales, no podemos mencionar la identidad de los casos al que nos referimos.

<sup>433</sup> Véase: ANP, 2014. Entrevista a Carlos Alberto dos Santos. *Boletim ANP Petróleo e P&D* n.º 13, septiembre de 2014, pp.3-5.

promover la inserción de dichas empresas en las actividades de E&P de mayor complejidad tecnológica, pero todavía se encuentran en fase incipiente<sup>434</sup>.

Por último, nuestros entrevistados resaltan que la escasa capacidad financiera de las EBT (y de las pequeñas empresas de servicios domésticas) condiciona la posibilidad de fabricar, demostrar y homologar prototipos y unidades piloto resultantes de proyectos de investigación, puesto que se trata de actividades con un coste económico muy elevado.

Al respecto, es interesante notar que en Noruega ha implementado el programa público DEMO 2000 el cual financia demostraciones y pruebas piloto de prototipos en el sector petrolero. Este programa beneficia a los proveedores domésticos que pretenden desarrollar nuevas tecnologías en colaboración con compañías petroleras u otras empresas<sup>435</sup>. A nuestro entender, en Brasil existe un programa público que podría ser potenciado para promover ese objetivo: el programa Innova Petro (ver capítulo 6). Esta iniciativa podría ser ampliada con el apoyo del BNDES y la Finep para aumentar la financiación de prototipos y unidades piloto resultantes de proyectos de investigación<sup>436</sup>.

Los obstáculos que hoy afrontan las EBT brasileñas son muy preocupantes ya que se trata de empresas fuertemente orientadas a la innovación que pueden contribuir al desarrollo tecnológico. Además, dichas empresas suelen tener capital y recursos humanos 100 % domésticos, lo que es relevante de un punto de vista de la fuente del desarrollo tecnológico.

---

<sup>434</sup> Una interesante iniciativa de apoyo a las pequeñas empresas del sector petrolero es el programa Plataformas Tecnológicas (*Plataformas Tecnológicas*, Platec), apoyado por la Organización Nacional de la Industria de Petróleo (*Organização Nacional da Indústria de Petróleo*, ONIP). El Platec busca incentivar la inserción de pequeñas empresas domésticas en el proceso de innovación en colaboración con grandes empresas del sector petrolero.

<sup>435</sup> El DEMO 2000 es financiado por el Ministerio de Petróleo y Energía de Noruega y es administrado por el *Research Council of Norway*. El objetivo del DEMO 2000 es incentivar las empresas a introducir nuevas tecnologías en el mercado a través de la reducción de gastos y riesgos en las etapas avanzadas de desarrollo tecnológico. El DEMO 2000 aporta hasta un 25 % del costo asociado con la instalación piloto o la demostración; la parte remanente es cubierta por las empresas. Desde 1999, el programa ha suministrado en total NOK 380 millones a través de ocho rondas públicas destinadas a diferentes actividades (caracterización de reservorio, perforación, tecnología submarina, etc.). En 2013 el presupuesto del DEMO 2000 fue NOK 46,7 millones; está previsto que esos recursos aumenten gradualmente hasta llegar a NOK 100 millones en 2018.

<sup>436</sup> Otro instrumento que podría ser reforzado es el proyecto Fabricación Digital (*Fabricação Digital*) de la Organización Nacional de la Industria de Petróleo (*Organização Nacional da Indústria de Petróleo*, ONIP) en 2013. Este proyecto (financiado por Petrobras vía cláusula de I+D por BRL 10 millones) financia la fabricación de prototipos con impresión tridimensional (manufactura aditiva), cuya ventaja principal es una fuerte reducción de tiempos y costos. El proyecto es coordinado por la ONIP y ejecutado por laboratorios del *Instituto Nacional de Tecnologia* (INT) y de la *Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro* (PUC-Rio).

### 9.3 CONCLUSIONES

En este capítulo hemos abordado la hipótesis 3 relativa a los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por OCT. A partir de lo expuesto hasta aquí podemos derivar una serie de conclusiones vinculadas con esa hipótesis.

En primer lugar, la cláusula de I+D ha mantenido una continuidad con la relación histórica preexistente entre Petrobras y las OCT brasileñas. Como explicamos en el capítulo 8, la compañía nacional viene invirtiendo en actividades de investigación en colaboración con universidades y centros de investigación domésticos desde la etapa del monopolio.

Por otra parte, la introducción de la cláusula de I+D ha constituido un cambio sustancial para *otras* compañías petroleras las cuales han tenido que adaptar sus estrategias tecnológicas para relacionarse con las OCT brasileñas y financiarles nuevos proyectos de investigación. Conviene recordar que dichas compañías destinaron casi todas sus inversiones en cumplimiento con la cláusula en favor de las OCT (ver capítulo 8).

En segundo lugar, la cláusula de I+D ha fomentado la inversión en I+D en numerosas universidades y centros de investigación brasileños. Los recursos generados por la cláusula han permitido financiar centenares de proyectos de investigación realizados y coordinados por dichas organizaciones. De esa forma, la cláusula de I+D ha promovido la participación activa de estos actores en el proceso de desarrollo tecnológico.

Por otra parte, ha ocurrido una profunda disparidad en los beneficios: pocas OCT han recibido una amplia cuota de las inversiones generadas por la cláusula de I+D. Eso debe interpretarse como que algunas organizaciones han logrado especializarse en áreas de fuerte interés para las compañías petroleras las cuales deciden en qué organización invertir. Además, los recursos generados por la cláusula de I+D han beneficiado principalmente a grupos de investigación en ciencias exactas (química, ingeniería, etc.). El recién aprobado Reglamento Técnico ANP 3/2015 aborda este último problema permitiendo que los recursos de la cláusula de I+D puedan ser destinados a proyectos de investigación en ciencias sociales y humanas. Además, dicho reglamento ha creado el *Comité Técnico-Científico* (Comtec) que tiene el poder de establecer nuevas directrices para la aplicación de la cláusula de I+D, esto es, puede orientar las inversiones generadas por esta última hacia determinadas organizaciones y áreas científicas (ver

capítulo 6). Esa orientación podría ayudar a reducir las disparidades que hemos señalado. A finales de 2016 la actividad del Comtec estaba todavía en fase incipiente.

En tercer lugar, los proyectos financiados por la cláusula de I+D han contribuido a construir, ampliar y reformar la infraestructura utilizada para la actividad científica (edificios, laboratorios y equipamientos) en las universidades y centros de investigación implicados. La mayor parte de la financiación ha procedido de Petrobras y ha beneficiado las universidades, lo que confirma una continuidad con la relación preexistente entre estas últimas y la compañía nacional. Por otra parte, la cláusula ha creado el mecanismo a través del cual *otras* compañías petroleras han financiado la infraestructura de las OCT, aunque en la práctica esta contribución ha sido exigua.

Un resultado crucial de la cláusula de I+D consiste en que la propiedad de la infraestructura financiada por las compañías petroleras ha sido adquirida por las OCT. De esa forma, estas organizaciones podrán utilizar los laboratorios y equipamientos para realizar otras actividades científicas. Al respecto, cabe recordar que una de las funciones del fondo sectorial CT-PETRO era precisamente financiar la infraestructura física de las OCT. Sin embargo, como explicamos en el capítulo 6, dicho fondo perdió eficacia a causa del desvío de recursos para otros fines; así pues, la cláusula de I+D ha acabado reemplazando la función del CT-PETRO. A nuestro entender es oportuno restablecer el CT-PETRO el cual debería ser una institución complementaria respecto a la cláusula de I+D, y no alternativa. Para que eso ocurra es indispensable que haya una mayor coordinación entre la ANP y los órganos del gobierno nacional, esto es, se requiere una estrategia coherente y coordinada por el Estado.

En cuarto lugar, las inversiones generadas por la cláusula de I+D han fomentado la actividad científica realizada por universidades y centros de investigación. De un punto de vista general, la cláusula ha incrementado los recursos financieros que estas organizaciones disponen para la investigación científica. Pues bien, *repetita iuvant*, Petrobras viene financiando la investigación de las OCT brasileñas desde hace décadas, con lo cual este resultado debe ser interpretado como una continuación con las relaciones preexistentes. Por otra parte, la cláusula ha logrado impulsar *otras* compañías petroleras a invertir en las OCT lo que ha contribuido al desarrollo de nuevos proyectos de I+D.

Una parte significativa de las actividades científicas financiadas por la cláusula de I+D ha sido vinculada con la E&P. Eso debe ser interpretado como que las compañías petroleras han



invertido en áreas científicas funcionales a la resolución de problemas relativos a la E&P en aguas profundas. En otros términos, dichas inversiones responden a la estrategia de posibilitar la explotación de las reservas en aguas profundas (ver capítulo 3).

Es fundamental resaltar que, a pesar de que los proyectos hayan sido centrados en temas vinculados con la E&P, las investigaciones han generado nuevos conocimientos en áreas que tienen aplicación en diversas actividades productivas: geología, física, química, ingeniería, nanotecnología, informática, nuevos materiales, etc. A nuestro entender, la generación de nuevas capacidades tecnológicas en diferentes áreas científicas constituye una contribución determinante para posibilitar el desarrollo de las actividades productivas domésticas.

Por otro lado, la actividad científica en los sectores de biocombustibles y medio ambiente ha recibido una financiación exigua a través de la cláusula de I+D. En nuestra opinión es deseable un reequilibrio en favor de estos dos sectores por las siguientes razones. Por un lado, el sector de biocombustibles está incluido explícitamente en la misión de la ANP de promover el desarrollo tecnológico, tanto como los sectores de petróleo y gas. Por otro lado, una mayor investigación en temas medioambientales es fundamental para desarrollar nuevas tecnologías que reduzcan el impacto ecológico de las actividades de E&P. Aún está por ver si el mencionado Comtec abordará estos asuntos en sus pautas para la aplicación de la cláusula.

Un resultado concreto de la actividad científica financiada por la cláusula de I+D ha sido el incremento de publicaciones científicas y disertaciones académicas por parte de los investigadores implicados. No obstante, las organizaciones que realizan los proyectos suelen negociar con las compañías petroleras financiadoras la publicación y el contenido de los resultados científicos; a nuestro entender, eso limita el desarrollo científico y tecnológico de los resultados de la investigación. Este inconveniente deriva de la profunda asimetría de poder económico entre las compañías petroleras y las universidades o centros de investigación.

En quinto lugar, los proyectos financiados por la cláusula de I+D han favorecido la creación de redes de investigación (formales e informales) entre las universidades y centros de investigación implicados y las compañías petroleras financiadoras u OCT. En concreto, se ha profundizado la red de colaboración científica y tecnológica preexistente entre Petrobras y las OCT brasileñas. Petrobras ha ampliado su red de colaboración con estas organizaciones a través de la creación de los Núcleos Regionales de Competencia y las Redes Temáticas (ver capítulo 8). La red se ha fundamentado en una interacción constante entre los técnicos de

Petrobras y los investigadores de las OCT que ejecutaron los proyectos financiados por la compañía. Esa interrelación ha sido muy positiva porque ha permitido el intercambio de conocimiento y experiencias entre los actores implicados, teniendo en cuenta la larga experiencia poseída por los técnicos de Petrobras. En definitiva, podemos concluir que la cláusula de I+D ha dado continuidad y ha fortalecido la red preexistente entre Petrobras y las universidades y centros de investigación brasileños.

Por otra parte, en el caso de las compañías petroleras diferentes de Petrobras, la interacción entre los técnicos de esas empresas y los investigadores de las OCT financiadas ha sido relativamente débil y no ha resultado en la creación de redes de colaboración. Por otra parte, cabe reconocer que dichas compañías han entrado en el subsector de E&P solo a partir de finales de los años noventa. Además, casi todas estas empresas tienen centros de I+D fuera de Brasil; apenas Statoil y BG instalaron centros de I+D en el país.

La cláusula de I+D ha promovido también las redes entre las OCT implicadas y otras organizaciones similares. Estas redes se explican como que el desarrollo de los proyectos financiados por la cláusula ha generado nuevos conocimientos en diferentes áreas científicas; los investigadores implicados se han relacionado con otros grupos de investigación que comparten las mismas áreas de estudio para desarrollar nuevos proyectos en conjunto. A nuestro entender, la creación de estas redes confirma que el concepto de innovación abierta discutido en el capítulo 2 resulta adecuado para el estudio del desarrollo tecnológico en tanto que permite evidenciar las interrelaciones entre los diferentes actores implicados en este proceso.

En sexto lugar, una amplia cuota de las inversiones generadas por la cláusula de I+D ha permitido la financiación de programas de formación de recursos humanos como el PRH-ANP, el Prominp y el programa *Ciência Sem Fronteiras*. Este resultado es una profundización de un proceso anterior: a partir de los años sesenta Petrobras ha financiado actividades de formación y programas de postgrado en diferentes universidades brasileñas. Esto es, la cláusula de I+D ha “institucionalizado” la contribución de Petrobras a la formación de recursos humanos y ha asignado a la ANP y otros actores públicos la gestión de esa actividad. Por otra parte, la cláusula ha conseguido implicar a otras compañías petroleras en la formación de recursos humanos, aunque la contribución de estas últimas ha sido marginal respecto a Petrobras.

La financiación del PRH-ANP vía cláusula de I+D ha sido particularmente relevante. Como señalamos en el capítulo 6, este programa ha entrado en una fase de estancamiento debido a la menor financiación recibida por el CT-PETRO; en los últimos años, los recursos procedentes de la cláusula de I+D han sido vitales para mantener las iniciativas del PRH-ANP. En nuestra opinión es urgente y necesario recuperar la financiación de este programa para dar continuidad a la formación de recursos humanos, así como para liberar recursos de la cláusula de I+D en favor de otras actividades. En síntesis, el PRH-ANP y la cláusula deberían ser instituciones complementarias, no alternativas.

Otra contribución de la cláusula de I+D ha sido la generación y acumulación de nuevos conocimientos, competencias y habilidades por parte de los investigadores implicados en los proyectos financiados. Este resultado es muy positivo dado que la formación de recursos humanos constituye un canal para fomentar el desarrollo tecnológico: como adelantábamos, los investigadores de las OCT se han formado en diferentes disciplinas científicas aplicables no solo al sector petrolero sino también a otras actividades productivas.

En séptimo lugar, los proyectos financiados por la cláusula de I+D han impulsado la innovación tecnológica. Los casos que hemos ilustrado en este capítulo muestran que las innovaciones resultantes de proyectos financiados por Petrobras han derivado de una estrecha interacción entre la compañía nacional y las organizaciones implicadas. En concreto, los técnicos del CENPES suelen mantener un contacto constante con los investigadores que ejecutan los proyectos; esa interrelación favorece el intercambio de conocimientos y experiencias. En otros términos, las innovaciones tecnológicas no han ocurrido en el vacío, sino que han derivado de una interacción constante entre Petrobras y las OCT. En cambio, esa interrelación ha sido menos intensa en el caso de los proyectos financiados por otras compañías petroleras, por las razones que ya hemos señalado anteriormente.

Las innovaciones tecnológicas que hemos analizado muestran que la cláusula de I+D ha fomentado la colaboración “triangular” entre compañías petroleras, empresas de servicios y OCT. La cláusula ha permitido aglutinar e intercambiar conocimientos, competencias y experiencias entre estos actores a través de la realización de proyectos de investigación conjuntos. La interdependencia existente entre compañías petroleras y empresas de servicios (ver capítulo 4) ha sido ampliada para incorporar a las universidades y los centros de investigación. Eso confirma los argumentos teóricos analizados en el capítulo 2: el desarrollo

tecnológico debe ser interpretado como un proceso colectivo y sistémico basado en la interacción entre los actores. La cláusula de I+D ha logrado fomentar esa interrelación.

En octavo lugar, los proyectos financiados por la cláusula de I+D han resultado en un incremento de las patentes depositadas. No obstante, en la mayoría de los casos las organizaciones que han ejecutado dichos proyectos han obtenido una participación modesta en la propiedad intelectual. Eso ha ocurrido a causa de una profunda asimetría de poder de negociación entre las compañías petroleras y dichas organizaciones: las primeras consiguen obstaculizar las patentes cuando las consideran inoportunas respecto a sus estrategias tecnológicas y, cuando sí las autorizan, las compañías logran obtener una cuota mayoritaria de la propiedad intelectual.

A pesar de que el marco regulador de la ANP en tema de propiedad intelectual ha sido reformado a finales de 2015, ha quedado abierta una disputa entre compañías petroleras y OCT. Las primeras reclaman que los resultados de los proyectos financiados por la cláusula de I+D han sido posibles gracias a su financiación privada. Por otro lado, las organizaciones argumentan que los recursos generados por la cláusula de I+D son de naturaleza pública y, además, son ellas las que realizan concretamente los proyectos financiados por las compañías. Para dirimir esa discordia es deseable una revisión del marco regulador brasileño teniendo en cuenta la experiencia de Estados Unidos cuya legislación (*Bayh-Dole Act*) permite que universidades, pequeñas empresas y organizaciones sin fines lucrativos puedan retener los derechos de propiedad intelectual resultantes de proyectos financiados con recursos públicos.

Por último, la cláusula de I+D ha promovido la creación de empresas de base tecnológica (EBT) a partir de los resultados de los proyectos realizados por las OCT. No obstante, como adelantábamos, los investigadores han tenido dificultad para obtener la propiedad intelectual sobre los resultados de dichos proyectos a causa de la asimetría de poder respecto a las compañías petroleras. Además, numerosas universidades brasileñas no disponen de estructuras administrativas capaces de asistir los investigadores académicos en la gestión de la propiedad intelectual resultante de sus actividades científicas. A nuestro entender, crear y reforzar estas estructuras podría ser una vía para fortalecer el poder de negociación de las universidades contra las compañías petroleras. La propiedad intelectual constituye una *conditio sine qua non* para crear nuevas empresas a partir de los resultados de los proyectos de investigación.

Otros obstáculos limitan la posibilidad que las EBT *ya existentes* realicen proyectos de investigación financiados a través de la cláusula de I+D. Por un lado, la escala de producción de las EBT es muy reducida: eso dificulta que estas empresas puedan convertirse en proveedores directos de las compañías petroleras, especialmente en los proyectos de E&P en el Presal. Por esta razón, las compañías petroleras han sido escasamente interesadas en financiar proyectos realizados en colaboración con EBT. Por otra parte, la cláusula de I+D ha generado un conflicto de intereses entre las EBT y las universidades. Eso ocurre porque estas últimas han logrado fortalecer su infraestructura física gracias a las inversiones recibidas a través de la cláusula; eso les ha permitido prestar nuevos servicios (contratados y remunerados) a las compañías petroleras, compitiendo en las mismas áreas de negocio de las EBT.

A nuestro entender, es oportuno incentivar las compañías petroleras y las grandes empresas de servicios a relacionarse con las incubadoras de empresas en las universidades. Una vía para estrechar esa relación consiste en impulsar a Petrobras a colaborar con las EBT incubadas: la compañía petrolera podría testar las tecnologías desarrolladas por las EBT; aunque los resultados fueran negativos, estas últimas obtendrían una mayor visibilidad lo cual les podría abrir nuevas oportunidades de colaboración. Cabe destacar que el recién aprobado Reglamento Técnico ANP 3/2015 obliga a las compañías petroleras a invertir un porcentaje mínimo de los recursos generados por la cláusula de I+D en proyectos realizados por EBT (ver capítulo 6); no obstante, como la implementación de la reforma está todavía en fase incipiente, no hemos podido evaluar los impactos de esa disposición. Más en general, en nuestra opinión la cuestión de las EBT que operan en el sector petrolero debe ser planteada en el marco de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación. En concreto, es deseable una ampliación del presupuesto de la Finep y una revisión de sus instrumentos de apoyo a las EBT en coordinación con las iniciativas del BNDES (ver capítulo 6).

En síntesis, en este capítulo hemos abordado la hipótesis 3 relativa a los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D realizados por OCT. Habiendo concluido el estudio de nuestras hipótesis de investigación, a continuación, vamos a discutir las conclusiones finales de la Tesis.

## CONCLUSIONES FINALES

La Tesis ha investigado cómo la explotación del petróleo y el gas natural en Brasil contribuyó al desarrollo tecnológico en el sector petrolero nacional entre 1998 y 2015. Este objetivo se inserta en el amplio debate teórico y empírico sobre la relación entre recursos naturales y desarrollo económico al cual hemos contribuido a través del estudio de la dimensión tecnológica de ese nexo. A partir de los resultados encontrados, vamos a plantear una serie de conclusiones; empezaremos por discutir las implicaciones teóricas y empíricas más generales para luego tratar las más particulares que se derivan del contraste de las hipótesis.

1. Las posturas teóricas neoinstitucionalista y neoestructuralista aportan elementos pertinentes y apropiados para el estudio del impacto en el desarrollo económico de la explotación de los recursos naturales.

Por un lado, las dos posturas constatan que el marco institucional condiciona los resultados en el desarrollo económico de la explotación de los recursos naturales. Las instituciones relevantes no son solo las formales, como el marco regulador, sino también las informales, esto es, las normas y códigos de conducta implícitas en las relaciones entre los actores implicados. Como explicamos en el capítulo 8, el Estado brasileño ejerció una influencia constante en la estrategia tecnológica de Petrobras para promover objetivos de política energética e industrial. Este vínculo ha condicionado el proceso de desarrollo tecnológico en el sector petrolero incluso después de la reforma del marco regulador que determinó la ruptura del monopolio estatal. Eso revela que el marco institucional es el resultado de un proceso histórico, esto es, está condicionado por la herencia (*path dependence*) de las instituciones preexistentes, como destacamos en el marco teórico de la Tesis.

Por otro lado, los neoestructuralistas hacen hincapié en que los condicionantes estructurales afectan el marco institucional que define la explotación de los recursos naturales. Las estrategias desarrollistas impulsadas por el Estado brasileño condicionaron la estrategia de Petrobras de cara a objetivos de política energética e industrial. Como consecuencia de ello, los gerentes de Petrobras implementaron programas de desarrollo tecnológico para posibilitar la explotación de las reservas en aguas profundas los cuales derivaron en importantes avances tecnológicos.

Puesto que los condicionantes estructurales afectan al cambio institucional, recomendar la aplicación de un paradigma institucional para todo país con abstracción de dichas características resulta inapropiado. Al respecto, es importante resaltar que, si el gobierno brasileño hubiera implementado el modelo de “buenas” instituciones recomendado por algunos académicos, nunca habría promovido requisitos de inversión como la cláusula de I+D siendo que estos instrumentos son considerados, por aquellos, como obstáculos al papel de la inversión privada en la gobernanza de los recursos naturales (capítulo 1).

2. Nuestra propuesta analítica planteaba que la interacción dinámica entre actores e instituciones, mediada por las características estructurales, condiciona el desarrollo tecnológico. A partir de una serie de reflexiones que se extraen del análisis realizado, consideramos que dicha propuesta constituye una herramienta idónea para estudiar este proceso en el sector petrolero por las siguientes razones.

En primer lugar, las interrelaciones entre los actores del sector petrolero brasileño respaldan la idea que el desarrollo tecnológico es un proceso colectivo y sistémico (capítulo 2). En particular, en las actividades de E&P existe una interdependencia entre las estrategias tecnológicas de las compañías petroleras y las empresas de servicios (capítulo 4). Además, en el caso brasileño ha existido una interacción entre Petrobras, las empresas de servicios, las universidades y los centros de investigación (capítulos 8 y 9). Por ello, a nuestro entender el concepto de *innovación abierta* discutido en el capítulo 2 resulta adecuado para el estudio del desarrollo tecnológico en tanto que permite evidenciar las interrelaciones entre los actores implicados en este proceso incluyendo no solo a las firmas privadas sino también a los actores públicos y las organizaciones de ciencia y tecnología.

Segundo, existe una interrelación entre las estrategias de los actores y el marco institucional. En el capítulo 8 hemos evidenciado que las empresas de servicios adaptaron sus estrategias tecnológicas de cara a la implementación de una institución formal: la cláusula de I+D. En concreto, dichas empresas instalaron centros de investigación en Brasil con la expectativa de realizar proyectos de I+D financiados a través de la cláusula en colaboración con Petrobras. Al mismo tiempo, las instituciones de fomento al desarrollo tecnológico (como la cláusula de I+D) han sido diseñadas teniendo en cuenta la estrategia preexistente del actor público Petrobras. En definitiva, podemos concluir que el estudio del desarrollo tecnológico requiere investigar simultáneamente las estrategias de los actores y el marco institucional considerando que existe una interrelación entre los dos factores.

Y tercero, los condicionantes estructurales constituyen un factor determinante del desarrollo tecnológico pues afectan tanto a las estrategias de los actores como al marco institucional. Como ya señalamos, la localización de las reservas petrolíferas en aguas profundas ha sido un factor decisivo para que, en el marco de estrategias desarrollistas, el Estado brasileño empujara a Petrobras a implementar programas de desarrollo tecnológico para posibilitar su explotación. Dichos programas fueron impulsados con un propósito de política energética, esto es, para garantizar la seguridad energética nacional en un contexto de fuerte dependencia externa. Posteriormente, en el marco de las nuevas estrategias desarrollistas promovidas por el gobierno Lula, el sector petrolero fue vinculado con objetivos de política industrial y Petrobras se incorporó en ese ámbito (capítulo 6).

Pues bien, haciendo hincapié en las conclusiones más generales de la Tesis, a continuación, vamos a detallar las conclusiones más particulares vinculadas con las hipótesis de investigación.

**3. Los resultados de la investigación corroboran nuestra hipótesis principal:** la cláusula de I+D establecida por la ANP ha fomentado la realización de proyectos de investigación por parte de compañías petroleras, empresas de servicios, universidades y centros de investigación los cuales han contribuido al desarrollo tecnológico entre 1998 y 2015.

La comprobación de la hipótesis principal se asienta en el contraste de las hipótesis secundarias siendo posible derivar las conclusiones siguientes.

**3.1** La hipótesis 1 planteaba que, dadas las características de la cláusula de I+D y el mantenimiento de la posición dominante por parte de Petrobras en la producción nacional de petróleo y gas, la cláusula ha dado continuidad al liderazgo de la compañía en la promoción y ejecución de proyectos de investigación internos o en conjunto con empresas de servicios los cuales han promovido el desarrollo tecnológico.

Como explicamos a continuación, por un lado, la cláusula de I+D se ha insertado en la continuidad del proceso histórico de desarrollo tecnológico liderado por Petrobras desde la etapa del monopolio; por otro lado, la cláusula ha implicado cambios cuantitativos y cualitativos.

En primer lugar, en el período de estudio se ha verificado un fuerte incremento de las inversiones en I+D de Petrobras las cuales han alcanzado picos históricos. Conviene recordar



que las inversiones en I+D de la compañía en cumplimiento con la cláusula de I+D han constituido en promedio un 44 % de las inversiones en I+D totales de la misma empresa entre 1999 y 2015 (capítulo 8). A pesar de que la cláusula sí ha contribuido a incrementar dichas inversiones, la expansión de la actividad de I+D debe ser interpretada en relación con los programas de desarrollo tecnológico en aguas profundas implementados a partir de los años ochenta. El lanzamiento de dichos programas constituyó un hito en la trayectoria del desarrollo tecnológico promovido por Petrobras.

El incremento de la inversión en I+D ha sido acompañado por una ampliación de la infraestructura física utilizada para la actividad de investigación. En particular, la cláusula de I+D ha contribuido a financiar la construcción del nuevo centro de I+D de Petrobras (el CENPES) el cual ha sido dotado de nuevos laboratorios y equipamientos de última generación.

La continuidad con el liderazgo tecnológico de Petrobras ha sido mantenida a pesar de la incorporación de nuevos actores al proceso de desarrollo tecnológico. La cláusula de I+D ha sido determinante para que otras compañías petroleras invirtieran en actividades de I+D y en la instalación de centros de investigación en Brasil. Este resultado es trascendente porque constituye un cambio cuantitativo y cualitativo en la forma en cómo dichas compañías participan en el desarrollo tecnológico. Cabe preguntarse si estas empresas hubieran invertido en I+D y en nuevos centros de investigación en ausencia de la cláusula, y cuánto.

La cláusula de I+D ha contribuido a financiar la creación de redes entre Petrobras, universidades y centros de investigación. Este resultado debe interpretarse como una continuidad con la colaboración científica y tecnológica que la compañía nacional ha ido consolidando con esas organizaciones desde la etapa del monopolio (capítulos 5 y 8). Podemos concluir que el CENPES ha constituido el centro neurálgico de esas redes: ha promovido la coordinación de los proyectos de investigación y el intercambio de informaciones y conocimientos entre los actores implicados.

A lo largo de su historia, Petrobras no ha desempeñado una mera función de productora de petróleo y gas, sino que ha asumido un papel protagónico en la innovación tecnológica. Las innovaciones de Petrobras son el resultado del constante esfuerzo de la compañía para posibilitar la explotación de las reservas petrolíferas y para reducir los gastos de E&P (capítulos 3 y 8).

En definitiva, la hipótesis 1 ha sido corroborada: las capacidades tecnológicas acumuladas por Petrobras desde la etapa del monopolio y potenciadas por las inversiones en el marco de la cláusula de I+D han sido la principal fortaleza del liderazgo tecnológico de la compañía.

**3.2** La hipótesis 2 planteaba que dada la interdependencia tecnológica entre compañías petroleras y empresas de servicios y la posibilidad de que las primeras realicen proyectos de investigación conjuntos con las segundas financiados por la cláusula de I+D, la aplicación de la cláusula ha estrechado la relación entre compañías petroleras y empresas de servicios lo cual ha fomentado la contribución de las segundas al proceso de desarrollo tecnológico.

En primer lugar, la cláusula de I+D ha constituido un incentivo determinante para atraer las inversiones de empresas de servicios líderes mundiales en tecnología de E&P. Estas firmas han invertido en la creación de centros en I+D en Brasil con la expectativa de realizar nuevos proyectos de investigación financiados por la cláusula en colaboración con Petrobras, con el propósito de adquirir nuevas capacidades en aguas profundas. A nuestro entender se trata de un cambio sustancial en las estrategias tecnológicas de las empresas de servicios dado que éstas tienden a mantener los centros de I+D en sus países de origen. Por otra parte, conviene destacar que la alta rentabilidad esperada por el suministro de equipamientos y servicios para la explotación del Presal ha incentivado la inversión de las empresas de servicios en Brasil.

La creación de centros de I+D ha alentado la incorporación de las empresas de servicios al proceso de desarrollo tecnológico a través de mayores inversiones en actividades de investigación tanto internas como en colaboración con Petrobras. A través de la cláusula de I+D han sido financiados proyectos de investigación conjuntos entre dichas empresas y la compañía nacional los cuales han favorecido un estrechamiento de las relaciones entre las empresas de servicios y Petrobras. Las redes entre actores son trascendentes para facilitar la difusión de la innovación tecnológica y su mayor permeabilidad en la economía. Además, la existencia de dichas redes puede favorecer las vinculaciones entre el sector petrolero y otras actividades productivas en el proceso del desarrollo tecnológico.

Además, las empresas de servicios han profundizado sus relaciones con la UFRJ a través de la realización de actividades de investigación conjuntas. Los requisitos de inversión establecidos por el parque tecnológico de la UFRJ han favorecido esa interrelación, esto es, han sido una institución relevante adicional a la cláusula de I+D. A pesar de ello, las empresas de servicios no han conseguido relacionarse con las empresas de base tecnológica (EBT) incubadas en la

UFRJ. A nuestro entender, el propio parque tecnológico y la UFRJ deberían estimular la aproximación entre empresas de servicios y EBT; además, como explicaremos más adelante con respecto a la hipótesis 3, es necesaria una mayor atención hacia las EBT por parte de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación.

Cabe destacar que la protección de la propiedad intelectual ha desempeñado una función estratégica para las empresas de servicios. En coincidencia con la expansión en el sector petrolero brasileño y con la creación de los centros de I+D en el país, dichas firmas han intensificado el depósito de patentes para proteger la propiedad intelectual. Podemos concluir que las patentes constituyen activos estratégicos de las empresas de servicios pues no reflejan necesariamente innovaciones tecnológicas implementadas en Brasil.

Los proyectos de investigación realizados por las empresas de servicios en colaboración con Petrobras han promovido la innovación tecnológica. Los casos que hemos investigado en el capítulo 8 demuestran que las estrategias de reducción de gastos y de explotación de las reservas en aguas profundas han sido dos vías para estimular la innovación (capítulo 3). Además, para las empresas de servicios ha sido decisiva la estrategia de desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas a partir de actividades conjuntas con Petrobras, con el objetivo de aprovechar su larga experiencia en el sector. Las innovaciones tecnológicas muestran también que se ha modificado la modalidad de ejecución de los proyectos de investigación: ha sido estimulada la colaboración “triangular” entre Petrobras, las empresas de servicios y las organizaciones de ciencia y tecnología. A nuestro entender, se trata de un resultado muy relevante en tanto que la interacción entre diferentes actores ha promovido el desarrollo tecnológico.

Una conclusión trascendente de nuestra investigación consiste en que las actividades de E&P han generado nuevas capacidades tecnológicas aplicables a otras actividades productivas: maquinaria y equipamientos, automatización, nanotecnología, electrónica, nuevos materiales y soluciones informáticas, entre otras. Se trata de actividades productivas de alta complejidad tecnológica y alto valor agregado que pueden contribuir al desarrollo productivo (capítulo 2). Como destacaremos más adelante, eso abre nuevas oportunidades de investigación para profundizar nuestros resultados. Por otra parte, cabe evidenciar que las empresas de servicios no han conseguido exportar la tecnología desarrollada a partir de las actividades de I+D realizadas en Brasil; a nuestro entender esa cuestión debería ser abordada en el ámbito de la política industrial a través de programas específicos para estimular el desarrollo de actividades productivas de alta complejidad relacionadas con el sector petrolero.

Ahora bien, a pesar de que la cláusula de I+D ha estrechado las relaciones entre compañías petroleras y empresas de servicios, las segundas han recibido una parte marginal de las inversiones generadas por ese mecanismo. La reforma del marco regulador realizada por la ANP en 2015 parece abordar este asunto a través de la creación del *Comité Técnico-Científico* (Comtec) el cual establece las líneas guía para el destino de dichas inversiones (el comité se encuentra en fase incipiente). A nuestro entender, el Comtec debería incentivar la realización de proyectos conjuntos entre compañías petroleras y empresas de servicios con el objetivo específico de fomentar el desarrollo tecnológico en actividades productivas de alta complejidad.

En definitiva, la hipótesis 2 ha sido corroborada: la aplicación de la cláusula de I+D ha estrechado la relación entre compañías petroleras y empresas de servicios lo cual ha fomentado la contribución de las segundas al proceso de desarrollo tecnológico.

**3.3** La hipótesis 3 planteaba que los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D realizados por universidades y centros de investigación han promovido la inversión en actividades científicas y en la infraestructura física de estas organizaciones. Dichas actividades han fomentado la formación de los recursos humanos implicados y han incentivado la innovación tecnológica y la creación de empresas. Además, se han creado redes de colaboración científica y tecnológica entre dichas organizaciones y las compañías petroleras financiadoras.

Nuestros resultados permiten concluir que la cláusula de I+D ha sido determinante para generar nuevas inversiones en actividades científicas realizadas por universidades y centros de investigación brasileños. Este resultado debe ser interpretado como una continuidad con la relación histórica que vincula esas organizaciones con Petrobras. Por otra parte, la cláusula ha empujado a *otras* compañías petroleras a invertir en dichas organizaciones lo cual ha dado un impulso adicional a la financiación de la actividad científica. Si bien la contribución de estas compañías ha sido marginal respecto a Petrobras, en nuestra opinión constituye un resultado muy relevante porque muestra que la cláusula de I+D ha logrado implicarlas.

La cláusula de I+D ha contribuido a la creación, ampliación y reforma de la infraestructura física de universidades y centros de investigación. Se trata de una aportación crucial en tanto que las organizaciones beneficiarias han logrado adueñarse de la infraestructura financiada la cual les permitirá desarrollar nuevas investigaciones en futuro.

Los proyectos financiados por la cláusula de I+D han profundizado la colaboración científica y tecnológica entre Petrobras, las universidades y los centros de investigación brasileños. Si bien la compañía nacional ha fomentado esa cooperación desde la etapa del monopolio, la cláusula ha permitido canalizar nuevos recursos para consolidarla. El CENPES ha desempeñado un papel trascendental en tanto que ha liderado y coordinado nuevas redes de investigación en colaboración con universidades y centros de investigación. Por otra parte, las *otras* compañías petroleras no han conseguido estructurar y consolidar redes similares. Es probable que este proceso requiera un período de tiempo más largo de nuestro período de estudio; la expansión de los centros de I+D de dichas compañías en Brasil (actualmente en fase incipiente) puede constituir un canal para que esa cooperación se fortalezca en futuro.

La cláusula de I+D ha sido crucial para financiar programas de formación de recursos humanos (capítulos 6 y 9). En concreto, esa institución ha permitido sostener tres programas nacionales muy relevantes en ese ámbito: el PRH-ANP, la iniciativa *Ciência sem Fronteiras* y el Prominp. Por un lado, la cláusula ha ampliado la contribución de Petrobras la cual venía financiando actividades de formación de recursos humanos en diversas universidades brasileñas desde la etapa del monopolio. Por otro lado, la cláusula ha logrado institucionalizar esta práctica extendiéndola a otras compañías petroleras lo cual constituye una contribución decisiva al desarrollo tecnológico.

Haciendo hincapié en las innovaciones tecnológicas propiciadas por la cláusula de I+D, podemos concluir que la estrecha y constante interacción entre los técnicos del CENPES y los investigadores de las universidades y los centros de investigación implicados ha sido determinante. Por otra parte, conviene considerar que en la última década las actividades científicas en Brasil se han ido intensificando, lo cual ha creado una “base” propicia para que esas organizaciones pudieran insertarse activamente en el proceso de innovación (capítulo 5).

Los proyectos financiados por la cláusula de I+D han resultado en el depósito de nuevas patentes. No obstante, las compañías petroleras han logrado apropiarse de una cuota mayoritaria de los derechos de propiedad intelectual. Eso ha limitado la posibilidad de que las universidades y los centros de investigación (que realizaron los proyectos) se beneficiaran de las tecnologías patentadas. Podemos concluir que existen dos obstáculos a la apropiación de la propiedad intelectual por parte de dichas organizaciones. Por un lado, existe una fuerte asimetría de poder de negociación contra las compañías petroleras. Por otro lado, las universidades poseen una escasa capacidad administrativa para gestionar la propiedad

intelectual resultante de la investigación académica. A nuestro entender, este inconveniente debería ser abordado por la política nacional de ciencia, tecnología e innovación con el objetivo de fomentar dichas estructuras administrativas las cuales podrían fortalecer el poder de negociación de las universidades contra las compañías petroleras.

La cláusula de I+D ha logrado estimular la creación de nuevas empresas a partir de los resultados de los proyectos realizados por universidades y centros de investigación. Sin embargo, los derechos de propiedad intelectual constituyen un obstáculo primordial contra la creación de nuevas EBT. Además, existe un notable conflicto de intereses entre las EBT existentes y las universidades en tanto que estas últimas consiguen beneficiarse de la cláusula de I+D y competir en las actividades realizadas por aquellas empresas. A nuestro entender, estos inconvenientes requieren ser abordados en el ámbito de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación a través de un fortalecimiento de las iniciativas de apoyo a las EBT.

En definitiva, la hipótesis 3 ha sido corroborada: la implementación de la cláusula de I+D ha supuesto cambios cuantitativos y cualitativos con respecto a cómo las universidades y los centros de investigación han contribuido al desarrollo tecnológico. Por otra parte, la cláusula ha mantenido una continuidad con la relación preexistente entre Petrobras y dichas organizaciones.

4. Los resultados de la investigación permiten concluir que durante el período de estudio ha ocurrido una escasa coordinación de las instituciones y las políticas vinculadas con el sector petrolero brasileño.

Por un lado, ha existido una profunda desarticulación entre las instituciones formales introducidas para promover el desarrollo tecnológico: el fondo sectorial CT-PETRO, la iniciativa PRH-ANP y la cláusula de I+D. Como explicamos en los capítulos 6 y 9, es urgente y necesario restablecer el CT-PETRO y garantizar mayor estabilidad financiera al PRH-ANP. A nuestro entender, estas dos instituciones deberían ser complementarias y coherentes con la cláusula de I+D con el propósito de fomentar el desarrollo tecnológico del sector petrolero.

Por otro lado, de forma más general, es deseable promover una estrategia de desarrollo económico en el sector petrolero fundamentada en una mayor coordinación y coherencia entre la política de ciencia, tecnología e innovación y la política industrial. Esa estrategia hace hincapié en la contribución neoestructuralista la cual señala que el desarrollo tecnológico es una

vía para posibilitar el desarrollo de actividades productivas con grados crecientes de complejidad tecnológica y mayor valor agregado.

La estrategia de desarrollo requiere la implicación tanto de los actores públicos como de los privados en el proceso de desarrollo tecnológico, como evidencian la postura neoestructuralista y el enfoque de sistemas de innovación (capítulo 2). Petrobras constituye un actor crucial a través del cual el Estado pueda plantear una política integrada de desarrollo tecnológico e industrial en el sector petrolero. Debido a la posición hegemónica de la compañía nacional, sus actividades de I+D y sus compras locales de equipamientos y servicios deberían ser combinadas de forma estratégica para promover la innovación tecnológica en determinadas actividades productivas.

Petrobras posee un enorme poder de compra (De Negri et al., 2010); las compras de la compañía podrían ser utilizadas como instrumento de política de innovación y de política industrial para impulsar los proveedores a comprometerse en actividades productivas más complejas e innovadoras<sup>437</sup>. Esa estrategia integrada debería ser ampliada incluyendo a las otras compañías petroleras a través de la articulación entre la cláusula de I+D y los requisitos de contenido local (capítulo 6) con el propósito de promover la investigación y el desarrollo de actividades locales con grados crecientes de complejidad. Dicha estrategia requiere también una mayor implicación de las organizaciones públicas que poseen los instrumentos para financiar el desarrollo tecnológico e industrial en el sector petrolero, en particular el BNDES y la Finep (capítulo 5).

En definitiva, a nuestro entender es urgente y necesaria una estrategia de desarrollo de largo plazo en el sector petrolero basada en la vinculación entre la cláusula de I+D y los requisitos de contenido local, y en un mayor apoyo financiero por parte del BNDES y la Finep.

Cabe tener en cuenta que la efectiva implementación de dicha estrategia está condicionada por la evolución futura de la relación entre las instituciones y los actores implicados. En particular, hemos demostrado que el apoyo del Estado brasileño al proceso de desarrollo tecnológico en el sector petrolero ha sido vital. Ese apoyo se ha concretado a través de la influencia sobre la estrategia de Petrobras la cual ha sido mantenida incluso tras la apertura del sector, esto es, Brasil no ha implementado completamente los preceptos del Consenso de

---

<sup>437</sup> Sobre el uso de las compras públicas como instrumento de política para la innovación (*public procurement for innovation*) véanse: i) Edler y Georghiou (2007); ii) Edquist y Zabala-Iturriagoitia (2012); y iii) Edquist et al. (2015).

Washington (capítulo 5). Por ende, es esencial que la entrada futura de nuevos actores en el sector petrolero no debilite el necesario apoyo del Estado al proceso de desarrollo tecnológico.

Pues bien, a pesar de nuestro esfuerzo esta investigación tiene algunas limitaciones. En primer lugar, como señalamos en el capítulo 7 y en el anexo 1, el método de investigación que hemos adoptado presenta algunas limitaciones. Una parte de los resultados del trabajo de campo deriva de fuentes subjetivas, como entrevistas y cuestionarios. La encuesta dirigida a los coordinadores de proyectos realizados por organizaciones de ciencia y tecnología está limitada a un período de tiempo específico y no incluye todos los proyectos autorizados por la agencia reguladora en el período de estudio, como explicamos en el capítulo 7. Además, la técnica de la encuesta no ha podido ser aplicada a los proyectos realizados por las compañías petroleras debido a la completa ausencia de datos sobre aquellos. Por otra parte, conviene resaltar que dichas limitaciones son inherentes a la técnica de investigación cualitativa que ha sido indispensable para recoger datos primarios para estudiar los efectos de la cláusula de I+D.

En segundo lugar, nuestra propuesta analítica incorpora el marco institucional. Sin embargo, hemos otorgado prioridad a las instituciones formales contra las instituciones informales. Como señalamos en el capítulo 2, las instituciones informales son más resistentes a los cambios en las políticas públicas en tanto que están ancladas en factores culturales que persisten en el tiempo. No hemos conseguido profundizar en las instituciones informales, puesto que su análisis requiere una investigación más profunda de costumbres, tradiciones y códigos de conducta de los actores implicados en el sector petrolero brasileño.

En tercer lugar, con respecto al estudio de las relaciones entre Petrobras y las empresas de servicios, la principal limitación de nuestro trabajo consiste en que pasaron apenas siete años desde la instalación del primer centro de I+D en Brasil por parte de las empresas de servicios. La consolidación de las relaciones entre empresas de servicios y Petrobras y su contribución al desarrollo tecnológico podría requerir un tiempo más largo. Otros investigadores que analicen este proceso en futuro deberían otorgar relevancia a las actividades realizadas por los centros de I+D de las empresas de servicios y sus interrelaciones con el CENPES.

Por último, hemos afrontado una serie de dificultades inesperadas que han limitado el resultado potencial de nuestra investigación. En particular, cuando realizamos el trabajo de campo ocurrieron tres eventos excepcionales que no pudimos controlar: i) una brusca caída de los precios de referencia del crudo en el mercado mundial, que empezó en junio de 2014 y



afectó negativamente al sector petrolero brasileño; ii) la mayor crisis financiera de la historia de Petrobras: en 2015 la compañía presentó una pérdida neta consolidada de BRL 34 836 millones y un endeudamiento neto total consolidado de BRL 435 500 millones (ambos indicadores han sido los peores nunca registrados por la compañía)<sup>438</sup>; y iii) una de las mayores recesiones de la economía brasileña del último siglo: el PIB anual cayó un 3,8 % en 2015<sup>439</sup>.

Durante nuestra estancia en Brasil, Petrobras atravesaba un enorme escándalo de corrupción conocido como operación judicial *Lava Jato*, en el ámbito de la cual han sido sancionadas numerosas condenas penales en vía definitiva <sup>440</sup>. El entorno de crisis e incertidumbre en el cual desarrollamos nuestro trabajo de campo determinó una baja propensión de las empresas a colaborar con nuestro estudio; por ejemplo, dos gerentes de empresas de servicios declinaron su colaboración con nuestra investigación porque sus firmas acabaron implicadas en la *Lava Jato*. A eso cabe añadir que el sector petrolero es “hermético” en términos de difusión de la información hacia los actores externos. En todo caso, conseguimos la colaboración de gerentes y funcionarios que se mostraron interesados en nuestra investigación y confiaron en nuestra independencia y transparencia.

A pesar de dichas limitaciones, consideramos que estas no afectan a la contribución científica de la Tesis, que será útil tanto para las empresas como para los políticos y la comunidad científica. Conviene recordar que la ANP no posee ningún estudio empírico sobre la cláusula de I+D y, más en general, sobre el impacto en el desarrollo tecnológico del sector petrolero (a pesar de que eso constituye un elemento central de su mandato institucional). A pesar de eso, la Tesis está lejos de ser un estudio exhaustivo y acabado, pues abre oportunidades para futuras investigaciones, a saber:

i) Haciendo hincapié en nuestra propuesta analítica, sería interesante realizar estudios comparativos entre el caso de Brasil y de otros países que presentan analogías con ello. Un primer estudio consiste en el sector petrolero mexicano el cual comparte con el caso brasileño dos aspectos cruciales: por un lado, la posición hegemónica de una compañía petrolera nacional (Petróleos Mexicanos, Pemex) que ha operado en monopolio por un largo período y, por otro

---

<sup>438</sup> Fuente: Petrobras.

<sup>439</sup> Fuente: IBGE.

<sup>440</sup> Véanse: i) Câmara dos Deputados do Brasil, 2015. *Comissão Parlamentar de Inquérito – Petrobras. Relatório Final*. Disponible en: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/parlamentar-de-inquerito/55a-legislatura/cpi-petrobras/documentos/outros-documentos/relatorio-final-da-cpi-petrobras>>; ii) Globo, 2015. *Linha do tempo da Lava Jato*. Disponible en: <<http://especiais.g1.globo.com/politica/2015/lava-jato/linha-do-tempo-da-lava-jato/>>.

lado, la relevancia de las reservas en aguas profundas. Adoptando una perspectiva histórica y estructural, sería interesante investigar si las actividades de E&P en México han promovido el desarrollo tecnológico, y cómo. Más en específico cabe preguntarse qué papel ha desempeñado en ello la compañía nacional y si se han desarrollado redes con las empresas de servicios, las universidades y los centros de investigación.

Una segunda propuesta de investigación se refiere al caso saudí. El gobierno de Arabia Saudí está promoviendo la expansión de un parque tecnológico (Dhahran Techno-Valley Company) vinculado con el sector petrolero el cual presenta características muy similares al parque tecnológico de la UFRJ<sup>441</sup>. Sería interesante indagar cómo ocurren las relaciones entre las empresas de servicios y la compañía petrolera nacional saudí y comparar los resultados con el caso brasileño para identificar los factores determinantes del desarrollo tecnológico.

ii) Los resultados de la Tesis muestran que a partir de las actividades de E&P ha sido posible generar nuevas capacidades tecnológicas aplicables a otras actividades productivas de alta complejidad y valor agregado. Sin embargo, debido a nuestras limitadas posibilidades económicas y técnicas actuales no hemos conseguido profundizar en los impactos que dichas capacidades han tenido en otras ramas productivas. En particular, sería interesante realizar un estudio más amplio para investigar cómo los nuevos conocimientos científicos generados por las universidades y los centros de investigación han sido implementados en la actividad productiva, como apuntan los resultados de nuestra encuesta. Eso permitiría entender la dinámica a través de la cual las nuevas capacidades han contribuido al desarrollo industrial, con el propósito de determinar cómo fomentar las actividades de alta complejidad tecnológica.

iii) A finales de 2015 la ANP modificó algunos aspectos del marco regulador de la cláusula de I+D para introducir una obligación mínima de inversión por parte de las compañías petroleras en proyectos realizados por EBT (ver capítulo 6). Puesto que demostramos que estas empresas encontraron obstáculos para beneficiarse de la cláusula de I+D, sería interesante investigar qué impactos tendrá en ellas el nuevo marco regulador en los próximos años.

iv) Debido a la complejidad del fenómeno investigado, se justifica un análisis más profundo sobre la participación en el proceso de desarrollo tecnológico por parte de las empresas de

---

<sup>441</sup> El *Dhahran Techno-Valley Science Park* fue establecido en 2001 bajo el control de una universidad pública (la *King Fahd University of Petroleum and Minerals*). El parque saudí tiene dos características comunes con el PT-UFRJ: i) algunas empresas de servicios tienen centros de I+D en ambos parques (e.g. Halliburton); y ii) los dos parques están próximos al centro de I+D de una compañía petrolera nacional (Saudi Aramco y Petrobras, respectivamente) y a una universidad (UFRJ y *King Fahd University of Petroleum and Minerals*, respectivamente).

servicios. Sería útil recoger más datos a nivel de la firma sobre sus actividades realizadas en Brasil incluyendo también a las pequeñas empresas de servicios domésticas. Ese estudio no está al alcance de nuestras capacidades técnicas y económicas actuales.

En conclusión, la contribución original de la Tesis consiste en mostrar que la implementación por parte del Estado brasileño de la cláusula contractual de I+D ha contribuido al proceso de desarrollo tecnológico en el sector petrolero nacional. Esta investigación evidencia que los distintos actores implicados en la cláusula contribuyen al desarrollo tecnológico de forma diferente, a saber, Petrobras, las otras compañías petroleras, las empresas de servicios, las universidades y los centros de investigación. A nivel más general, la Tesis contribuye al estudio de los impactos en el desarrollo tecnológico de la explotación de los recursos naturales en los países en desarrollo. Hemos mostrado que este proceso está condicionado por la interacción entre los actores, el marco institucional y las características históricas y estructurales. Una estrategia de desarrollo económico a partir de los recursos naturales no puede prescindir de incorporar estos factores y la dinámica de su interrelación.

## EPÍLOGO

### EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR PETROLERO BRASILEÑO: ¿EN LA ENCRUCIJADA?

La trayectoria del desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño estará condicionada por la forma en cómo evolucione la interrelación entre actores, instituciones y factores estructurales. Actualmente (marzo de 2017) hay cuatro factores que pueden incidir en el proceso de desarrollo tecnológico.

En primer lugar, Brasil está atravesando una profunda crisis política que culminó en 2016 con la destitución (*impeachment*) de la presidente de la república Dilma Vana Rousseff. La destitución parece haber puesto fin a un ciclo político empezado en 2003 con la presidencia de Luiz Inácio Lula da Silva durante el cual el sector petrolero ha desempeñado un papel relevante en las políticas neodesarrollistas. En particular, conviene recordar la regulación de la cláusula de I+D y la introducción del régimen contractual de partición de la producción en el Presal.

Tras la destitución de Rousseff, Michel Miguel Elias Temer Lulia ha asumido el cargo de presidente interino con el objetivo de mantenerlo hasta las elecciones políticas de 2018. En los primeros meses de su mandato, el nuevo presidente ha promovido cambios notables en el marco institucional del sector petrolero con el objetivo de revertir las decisiones políticas de sus antecesores. En particular, ha sido revocada la norma que obligaba a Petrobras a participar como operadora única en los bloques del Presal con la justificación de que eso promoverá la inversión extranjera y acelerará la explotación de las reservas. Además, el gobierno interino de Temer ha emprendido una iniciativa mirada a flexibilizar los requisitos de contenido local en el sector petrolero<sup>442</sup>.

En segundo lugar, Brasil se encuentra en una aguda crisis económica que en 2015 y 2016 se ha manifestado en una fuerte contracción del PIB acompañada por alta inflación y creciente desempleo. La crisis ha afectado también al sector petrolero, especialmente a las actividades de

---

<sup>442</sup> Ver: Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2017. *Nova política de Conteúdo Local reduz percentuais e facilita investimentos*. 22/2/2017. Disponible en: <<http://www.mme.gov.br>>.

suministro de equipamientos y servicios para la E&P. El sector naval ha sido particularmente afectado por la crisis, así como otras actividades productivas vinculadas con el sector petrolero.

En tercer lugar, Petrobras está afrontando la mayor crisis financiera de su historia. Si bien la compañía nacional ha mantenido el dominio en la producción nacional de petróleo y gas natural, su situación ha sido agravada por dos factores. Por un lado, a partir de 2014 se ha verificado una abrupta contracción de los precios de referencia del crudo. Por otro lado, ha estallado el escándalo de corrupción conocido como operación judicial *Lava Jato* en la cual han sido implicados algunos funcionarios de la compañía y diversos empresarios y políticos brasileños. En el ámbito de esa operación ha emergido un profundo esquema ilícito a través del cual fueron desviadas enormes cantidades de dinero del presupuesto de Petrobras. La operación *Lava Jato* ha implicado cambios en la presidencia y la dirección de la compañía nacional lo que ha afectado la estrategia de Petrobras. La compañía ha reducido de forma asombrosa sus inversiones: el Plan de Negocio y Gestión 2017-2021 de Petrobras ha previsto una inversión total de USD 74 100 millones, contra USD 98 400 millones del Plan 2015-2019, USD 220 600 millones del Plan 2014-2018 y USD 236 700 millones del Plan 2013-2017.

El gobierno interino ha empujado a Petrobras a implementar un ambicioso programa de desinversión a través del cual se ha empezado un proceso de desintegración vertical de la compañía nacional con la venta de activos en los sectores de refino y distribución (Petrobras Distribuidora).

Además, evento único en la historia de Petrobras, el nuevo presidente de la compañía que ha asumido el cargo en junio de 2016 (Pedro Pullen Parente) ha instado al gobierno interino a abolir la participación de Petrobras como operadora única en el Presal, que ha sido aprobada por el congreso brasileño en el mismo año<sup>443</sup>. Eso ha sido justificado con que la compañía no poseía la capacidad financiera para participar como operadora en nuevos bloques del Presal, lo que impedía la realización de nuevas rondas de licitación.

Eso ha coincidido con una creciente presión por parte de las compañías petroleras extranjeras sobre el Ministerio de Minas y Energía y la ANP para que se lanzara una nueva ronda de licitación en el Presal. El gobierno interino ha recogido ese pedido a través del CNPE el cual ha instado a la ANP a realizar los estudios necesarios para abrir nuevas rondas. Conviene recordar que entre 1982 y 2016 los campos del Presal constituyeron los mayores

---

<sup>443</sup> Proyecto de ley 4567/16 por el cual ha sido modificada la Ley 12351, de 22 de diciembre de 2010.

descubrimientos petrolíferos realizados en el mundo en términos de reservas recuperables (junto con un campo en Kazajistán); además, el éxito de exploración y el nivel de productividad del Presal son actualmente los mayores al mundo en el sector mar adentro.

Aunque no podemos prever qué compañías operarán los bloques del Presal licitados en futuro, conviene destacar que la operadora desempeña una función primordial en el desarrollo tecnológico en tanto que adopta las decisiones estratégicas de exploración, desarrollo y producción de un campo petrolero. Debido al enorme tamaño del Presal, que en diciembre de 2016 contribuyó a un 46 % de la producción nacional de petróleo y gas<sup>444</sup>, las compañías que logren ser operadoras en esa área tendrán un papel determinante y creciente en el desarrollo tecnológico del sector petrolero brasileño.

En general, las señales más recientes indican una voluntad política de debilitar un engranaje que ha sido primordial para promover el desarrollo tecnológico: el vínculo entre las políticas del Estado brasileño y las actividades de Petrobras. A nuestro entender, la forma en cómo esa interrelación evolucione en futuro afectará inevitablemente a la dinámica y los resultados del desarrollo tecnológico.

Por último, cabe señalar una serie de factores externos que pueden condicionar el desarrollo tecnológico. Entre ellos conviene destacar el andamio del sector petrolero mundial, en particular los precios de referencia del crudo. Esta variable ha condicionado y seguirá condicionando las estrategias tecnológicas de las compañías petroleras y las empresas de servicios. Cabe añadir que el contexto actual se caracteriza por una fuerte incertidumbre en la economía mundial la cual podría condicionar la geopolítica del sector petrolero y el papel de Brasil en la región latinoamericana.

En definitiva, existen diversos factores económicos y políticos que, a nuestro entender, condicionarán el desarrollo tecnológico en el sector petrolero brasileño. Quién lea la Tesis de aquí a dos o tres décadas tendrá los elementos para valorar la dinámica y los impactos futuros de ese proceso.

---

<sup>444</sup> Fuente: ANP, 2016. *Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural*, n.º 76, diciembre de 2016.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abramovitz, M., 1956. Resource and output trends in the United States since 1870. *NBER Occasional Paper*, 52, 1956. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <<http://www.nber.org/chapters/c5650.pdf>>.
- Acemoglu, D., 2009. *Introduction to modern economic growth*. Princeton y Oxford: Princeton University Press.
- Acosta, A.E., 2009. *La maldición de la abundancia*. Quito: Abya Yala.
- 2012. El Buen Vivir en la senda del posdesarrollo. En: Massuh (Ed.), 2012. *Renunciar al bien común. Extractivismo y (pos) desarrollo en América Latina*. Buenos Aires: Mardulce, pp.283-305.
- Acosta, A.E., Gudynas, E., Houtart, F., Macas, L., Martínez Alier, J., Ramírez Soler, H. y Siliprandi E., 2011. *Colonialismo del siglo XXI. Negocios extractivos y defensa del territorio en América Latina*. Barcelona: Icaria editorial.
- Adeosun, M., 2016. Low oil prices taking toll on deepwater capex. *Offshore-Mag*, 76 (5), mayo de 2016. Disponible en: <<http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-76/issue-5/deepwater-update/low-oil-prices-taking-toll-on-deepwater-capex.html>>.
- Adewuyi, A.O. y Oyejide, T.A., 2012. Determinants of backward linkages of oil and gas industry in the Nigerian economy. *Resources Policy*, 37 (4), diciembre de 2012, pp.452-460.
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2014. *Programa de Recursos Humanos da ANP para o setor petróleo e gás PRH-ANP/MCTI. Relatório final de destão 2014*. Río de Janeiro: ANP. Disponible en: <<http://www.anp.gov.br/?pg=76324&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1445206902532>>.
- 2015. *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2015*. Río de Janeiro: ANP.
- 2016. *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2016*. Río de Janeiro: ANP.
- Aghion, P. y Howitt, P., 1998. *Endogenous growth theory*. Coordinado por: Brant-Collett, M. Cambridge, MA: MIT Press.
- Aglietta, M., 1976. *Régulation et crises du capitalisme: l'expérience des Etats-Unis*. París: Calmann-Levy.
- Ahrend, R., 2005. Can Russia break the “resource curse”? *Eurasian Geography and Economics*, 46 (8), diciembre de 2005: pp.584-609.
- Aitken, B. y Harrison, A., 1999. Do domestic firms benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela. *The American Economic Review*, 89 (3), junio de 1999: pp.605-618. Disponible en: <<http://siteresources.worldbank.org/INTTRADERESEARCH/Resources/544824-1282767179859/Venezuela.pdf>>
- Alayza, A. y Gudynas, E. (Eds.), 2011. *Transiciones. Post extractivismo y alternativas al extractivismo en el Perú*. Lima: Red Peruana por una Globalización con Equidad (RedGE) y Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES).
- Albornoz, M., 2013. Innovación, equidad y desarrollo latinoamericano. *Isegoría, Revista de Filosofía Moral y Política* 48, enero-junio de 2013: pp.111-126. Disponible en: <<http://www.isegoria.revistas.csic.es>>.
- Albornoz, M., Ciapuscio, H., Correa, C., Ferraro, R.A., Ferrer, A., Jaguaribe, H., Hatz, J.M., Martínez Vidal, C., Marí, M., Petrella, R., Sábato, J.A., Sábato, J.F., Schvarzer, J. y Sebastián, J., 1994. *Repensando la política tecnológica: homenaje a Jorge A. Sábato*. Ciapuscio, H. (Comp.). Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1994.
- Altomonte, H. y Sánchez, J., 2016. *Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe*. Libros de la CEPAL, 139 (LC/G.2679-P). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Alveal Contreras, E.C., 1993. *Os desbravadores: a Petrobrás e a construção do Brasil industrial*. Río de Janeiro: Dumará Distribuidora de Publicações.
- Alves, G., 2013. *Os limites do neodesenvolvimentismo*. Disponible en: <<https://blogdaboitempo.com.br/2013/10/22/os-limites-do-neodesenvolvimentismo/>>.
- Amsden, A. H., 1989. *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Nueva York: Oxford University Press.



- 2001. *The rise of “the rest”: challenges to the west from late-industrializing economies*. Nueva York: Oxford University Press.
- Andersen, J.J. y Ross, M.L., 2014. The big oil change: a closer look at the Haber–Menaldo analysis. *Comparative Political Studies*, 47 (7): pp.993-1021.
- Aragón, F.M. y Rud, J.P., 2011. Natural resources and local communities: evidence from a Peruvian gold mine. New Haven, CT: Yale University. Disponible en: <[http://www.econ.yale.edu/conference/neudc11/papers/paper\\_274.pdf](http://www.econ.yale.edu/conference/neudc11/papers/paper_274.pdf)>.
- Archibugi, D., 1992. Patenting as an indicator of technological innovation: a review. *Science and Public Policy*, 19 (6), diciembre de 1992: pp.356-378. Disponible en: <[http://www.danielearchibugi.org/wp-content/uploads/2015/01/Archibugi\\_Patenting\\_SPP\\_92.pdf](http://www.danielearchibugi.org/wp-content/uploads/2015/01/Archibugi_Patenting_SPP_92.pdf)>.
- Arezki, R. y van der Ploeg, F., 2007. Can the natural resource curse be turned into a blessing? The role of trade policies and institutions. *IMF Working Paper*, WP/07/55. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF). Disponible en: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2007/wp0755.pdf>>.
- Arrow, K.J., 1962. The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, 29 (3), junio de 1962: pp.155-173.
- Associação Brasileira das Empresas de Construção Naval e Offshore (ABENAV), 2015. *Dados do setor*. Disponible en: <<http://abenav.org.br/web/dados-do-setor/>>.
- Associação Brasileira de Engenharia Industrial (ABEMI), 2014. *ABEMI 50 anos. Uma história em construção*.
- Auty, R.M., 1994. Industrial policy reform in six large newly industrializing countries: The resource curse thesis. *World Development*, 22 (1), enero de 1994: pp.11–26.
- 2001. The political economy of resource-driven growth. *European Economic Review*, 45 (4-6), mayo de 2001: pp.839-46.
- Azevedo, M.S., Assayag, M., Cancellara, M., y Syrio, M., 2012. Fortalecimento da engenharia nacional: desenvolvimento de projetos básicos no Brasil. Disponible en: <[http://www.prominp.com.br/prominp/pt\\_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm](http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm)>.
- Bain & Company y Tozzini Freire Advogados, 2009a. Studies of regulatory, corporate and financial alternatives for the exploration and production of oil and gas and the industrial development of the oil and gas production chain in Brazil. São Paulo, abril de 2009. Disponible en: <<http://www.bain.com/bainweb/images/localoffices/bndes consolidated report bndes eng.pdf>>.
- 2009b. Relatório III – desenvolvimento da cadeia produtiva de petróleo e gás e investimentos em E&P. São Paulo, junio de 2009. Disponible en: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada1/Relat\\_III.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada1/Relat_III.pdf)>.
- Bambirra, V., 1977. *El capitalismo dependiente latinoamericano*. México, DF: Siglo XXI Editores, 4ª edición.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2016. *Perspectivas do investimento 2016-2019 e panoramas setoriais*. Río de Janeiro: BNDES, febrero de 2016. Disponible en: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7361/1/boletim\\_perspectivas\\_fevereiro2016\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7361/1/boletim_perspectivas_fevereiro2016_P_BD.pdf)>.
- Banco Mundial (The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank), 1996. A mining strategy for Latin America and the Caribbean. *World Bank Technical Paper*, 345, diciembre de 1996. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <<http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/WDSP/IB/1999/08/15/0000092653970625091425/Rendered/PDF/multi0page.pdf>>.
- 2009. *Global economic prospects 2009: commodities at the crossroads*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Baran, P.A., 1952. On the political economy of backwardness. *Manchester School of Economics and Social Studies*, 20 (1), enero de 1952: pp.66-84.
- Barbosa Cerqueira Junior, M.J., 2014. Possibilidades de fomento às firmas brasileiras de engenharia de projeto da indústria naval. En: Da Silva Campos Neto, C.A. y Mezadre Pommeyer, F. (Eds.), 2014. *Ressurgimento da Indústria Naval no Brasil (2000-2013)*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Capítulo 8, pp.287-332.
- Barma, N.H., Kaiser, K., Minh Le, T. y Viñuela, L., 2012. Rents to riches? The political economy of natural resource-led development. Washington, DC: Banco Mundial.

- Baunsgaard, T., Villafuerte, M., Poplawski-Ribeiro, M. y Richmond, R., 2012. Fiscal frameworks for resource rich developing countries. *IMF Staff Discussion Note*, SDN/12/04. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF). Disponible en: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2012/sdn1204.pdf>>.
- Becattini, G., 1990. The Marshallian industrial district as a socio-economic notion. En: Pike, F., Becattini, G. y Sengerberger, W. (Eds.) *Industrial districts and inter-firm cooperation in Italy*, pp.37-51. Ginebra: International Labour Organization (ILO).
- Bell, M. y Pavitt, K., 1997. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. En: Archibugi, D. y Michie J. (Eds.), 1997. *Technology, globalization and economic performance*, capítulo 4, pp.83-137.
- Benko, G. y Lipietz, A. (Eds.), 1992. *Les régions qui gagnent: districts et réseaux: les nouveaux paradigmes de la géographie économique*. París: Presses Universitaires de France.
- Berg, A., Portillo, R., Yang, S.-C.S. y Zanna, L.F., 2012. Public investment in resource-abundant developing countries. *IMF Working Paper*. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF).
- Bhattacharyya, S. y Hodler, R., 2009. Natural resources, democracy and corruption. *Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies (OxCarre) Research Paper*, 2009-20, abril de 2009.
- Bispo, J.J.L., 2015. *Petrobras, intervenção governamental e maximização do valor para o acionista: uma sugestão de interpretação*. Tesis de doctorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- Bloch, R. y Owusu, G., 2011. Linkages in Ghana's gold mining industry: challenging the enclave thesis. *MMCP (Making the Most of Commodities Programme) Discussion Paper*, 1, marzo de 2011. Ciudad del Cabo: The Open University. Disponible en: <<http://www.commodities.open.ac.uk/>>.
- Blomström, M. y Kokko, A.F., 1998. Multinational corporations and spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12 (3), julio de 1998: pp.247-277.
- 2007. From natural resources to high-tech production: the evolution of industrial competitiveness in Sweden and Finland. En: Lederman y Maloney, 2007. *Natural resources, neither curse nor destiny*. Palo Alto, CA: Stanford Economics and Finance; Washington, DC: Banco Mundial, pp.213-256.
- Blomström, M., y Sjöholm, F., 1998. Technology transfer and spillovers: does local participation with multinationals matter? *NBER Working Paper*, 6816. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <[http://www.nber.org/papers/w6816.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w6816.pdf?new_window=1)>.
- Beblawi, H. y Luciani, G., 1987. *The rentier State*. Londres: Croom Helm.
- Borensztein, E., De Gregorio, J. y Lee, J.W., 1998. How does Foreign Direct Investment affect economic growth? *NBER Working Paper*, 5057. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <[http://www.nber.org/papers/w5057.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w5057.pdf?new_window=1)>.
- Bourque, L.B. y Fielder, E.P., 2003. *How to conduct self-administered and mail surveys*. Londres: SAGE, 2ª edición.
- Boyer, R., 1986. *La théorie de la régulation: une analyse critique*. París: La Découverte.
- 1992. Les alternatives au fordisme. Des années 1980 au XXI<sup>e</sup> siècle. En: Benko y Lipietz (Eds.), 1992, pp.189-223.
- Boyer, R. y Coriat, B., 1985. Marx, la técnica y la dinámica de la acumulación. *Cuadernos Políticos* 43, abril-junio de 1985: pp.6-27. México, DF: Editorial Era. Disponible en: <<http://www.cuadernospoliticos.unam.mx/cuadernos/contenido/CP.43/CP43.3.RobertBoyer.pdf>>.
- Bozeman, B., 2000. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29 (4-5), abril de 2000: pp.627-655.
- Brahmbhatt, M., Canuto, O. y Vostroknutova, E., 2010. Natural resources and development strategy after the crisis. En: Canuto y Giugale (Eds.), 2010. *The day after tomorrow. A handbook on the future of economic policy in the developing world*. Washington, DC: Banco Mundial, pp.101-118. Disponible en: <[http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/TDAT\\_Book.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/TDAT_Book.pdf)>.
- Bresser-Pereira, L.C., 2006. O novo desenvolvimentismo e a ortodoxia convencional. *São Paulo em Perspectiva*, 20 (3), julio-septiembre de 2006: pp.5-24.

- 2007. *Macroeconomia de estagnação: crítica da ortodoxia convencional no Brasil pós-1994*. São Paulo: Editora 34.
- British Petroleum (BP), 2016a. *BP statistical review of world energy 2016*. Disponible en: <<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>>.
- 2016b. *BP energy outlook 2035. 2016 edition*. Disponible en: <<http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>>
- Bravo-Ortega, C. y De Gregorio, J., 2005. The relative richness of the poor? Natural resources, human capital and economic growth. *Policy Research Working Paper Series* 3484. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/home>>.
- Breschi, S. y Malerba, F., 1997. *Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries*. En: Edquist (Ed.), 1997, pp.130-156.
- Brunnschweiler, C.N., 2008. Cursing the blessings? Natural resource abundance, institutions, and economic growth. *World Development*, 36 (3), marzo de 2008: pp.399-419.
- Brunnschweiler, C.N. y Bulte, E.H., 2006. The Resource Curse Revisited and Revised: A Tale of Paradoxes and Red Herrings. *Center of Economic Research at ETH Zurich Economics Working Paper Series*, 06/61.
- 2008. Natural Resources and Violent Conflict: Resource Abundance, Dependence and the Onset of Civil Wars. *Center of Economic Research at ETH Zurich Economics Working Paper Series*, 08/78.
- Bruno, M. y Sachs, J., 1982. Energy and resource allocation: a dynamic model of the “Dutch Disease”. *NBER Working Paper*, 852. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <[http://www.nber.org/papers/w0852.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w0852.pdf?new_window=1)>.
- Bryman, A., 2004. *Social Research Methods*. Oxford, Nueva York: Oxford University Press.
- Budina, N., Pang, G. y van Wijnbergen, S., 2006. Nigeria: Dutch disease or debt overhang? Diagnosing the past, lessons for the future. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <[http://siteresources.worldbank.org/INTDEBTDEPT/Resources/20061012\\_06.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTDEBTDEPT/Resources/20061012_06.pdf)>.
- Buitelaar, R.M. (Comp.), 2001. *Aglomeraciones mineras y desarrollo local en América Latina*, CEPAL, Alfaomega. México, DF: Alfaomega. Disponible en: <<http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/30489/79/117066.pdf>>.
- Bulte, E., Damania, R. y Deacon, R., 2005. Resource intensity, institutions, and development. *World Development*, 33 (7), julio de 2005: pp.1029-1044.
- Bush, V., 1945. *Science, the endless frontier: a report to the president*. Washington, DC: US Government Printing Office.
- Caballero, R.J. y Lorenzoni, G., 2007. Persistent appreciations and overshooting: a normative analysis. *NBER Working Paper*, 13077, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER), mayo de 2007. Disponible en: <[http://www.nber.org/papers/w13077.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w13077.pdf?new_window=1)>.
- Caputo, O. y Pizarro, R., 1971. *Imperialismo, dependencia y relaciones económicas internacionales*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Cardoso, F.H. y Faletto, E., 1969. *Dependencia y desarrollo en América Latina*. México, DF: Siglo XXI Editores.
- Caselli, F. y Michaels, G., 2009. Do oil windfalls improve living standards? Evidence from Brazil. *NBER Working Paper*, 15550, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER), diciembre de 2009. Disponible en: <<http://www.nber.org/papers/w15550.pdf>>.
- Cavalheiro, G.M.C., Joia, L.A. y Gonçalves, A.C., 2014. Strategic patenting in the upstream oil and gas industry: Assessing the impact of the pre-salt discovery on patent applications in Brazil. *World Patent Information*, 39, diciembre de 2014: pp.58-68.
- Chacel, C., 2007. *O tatu sain da toca. Histórias da internacionalização da Petrobras*. Río de Janeiro: Petrobras.
- Chang, H.-J., 2003. *Rethinking development economics*. Londres: Anthem Press.
- Chenery, H., 1979. *Structural change and development policy*. Washington, DC: Oxford University Press.
- 1986. Growth and transformation. En: Chenery, H., Robinson, S. y Syrquin, M. (1986). *Industrialization and growth: a comparative study*. Washington, DC: Oxford University Press, pp.13-36.

- Chesbrough, H.W., 2003. *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Chesnaïs, F., 1992. *National Systems of Innovation, foreign direct investment and the operations of multinational enterprises*. En: Lundvall, B.-Å. (Ed.), 1992, pp.265-295.
- 1994. *La mondialisation du capital*. París: Syros.
- Cimoli, M., Dosi, G., Nelson, R.R y Stiglitz, J.E., 2009. Institutions and policies shaping industrial development: an introductory note. En: Cimoli et al. (Eds.), 2009. *Industrial policy and development. The political economy of capabilities accumulation*. Nueva York: Oxford University Press, pp.19-38.
- Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A. y Vergara, S., 2005. Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina. En: Cimoli, M. (Ed.), 2005. *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, pp.9-39.
- Cimoli, M. y Primi, A., 2008. *Propiedad intelectual y desarrollo: una interpretación del los (nuevos) mercados del conocimiento*. En: Martínez Piva, J.M. (Coord.), 2008. *Generación y protección del conocimiento. Propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*. México, DF: Sede Subregional de la CEPAL en México, pp.29-57.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A., 1990. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, marzo de 1990: pp.128-152.
- Collier, P., y Hoeffler, A., 2004. Greed and grievance in civil war. *Oxford Economic Papers*, 56 (4), octubre de 2004: pp.563-595.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2004. *Productive development in open economies*. XII Sesión de la CEPAL (San Juan, 28 de junio-2 de julio). San Juan, Puerto Rico: Naciones Unidas.
- 2005. *Aglomeraciones en torno a los recursos naturales en América Latina y el Caribe: políticas de articulación y articulación de políticas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2007. *Progreso técnico y cambio estructural en América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2008. *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2010. *Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe 2009-2010. Crisis originada en el centro y recuperación impulsada por las economías emergentes*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2012. *Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2013a. *Recursos naturales en UNASUR. Situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2013b. *Recursos naturales: situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2014. *Pactos para la igualdad: hacia un futuro sostenible*. Trigésimo quinto período de sesiones de la CEPAL. Lima: Naciones Unidas.
- 2015. *Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe 2015. La crisis del comercio regional: diagnóstico y perspectivas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- 2016. *Horizontes 2030. La igualdad en el centro del desarrollo sostenible*. Ciudad de México: Naciones Unidas.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2012. Seminario internacional sobre: ‘Gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe’, Resumen de los debates. Santiago de Chile: CEPAL-GIZ, 24-25 de abril de 2012. Disponible en: <<http://www.cepal.org/dnri/noticias/noticias/9/46409/ResumenDebates.pdf>>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2011. *Perspectivas económicas para América Latina 2012: transformación del Estado para el desarrollo*. París: OECD Publishing. Disponible en: <[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1443/S1100548\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1443/S1100548_es.pdf?sequence=1)>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), 2010. *Innovar para crecer. Desafíos y oportunidades para el desarrollo*

- sostenible e inclusivo en Iberoamérica. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Disponible en: <[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1406/S2009006\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1406/S2009006_es.pdf?sequence=1)>.
- Consoli, H.S., 2015. *Avaliação da atratividade do projeto de E&P em águas profundas: uma análise comparativa entre os regimes de concessão e de partilha*. Tesis de máster. Río de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- Contreras, C.Q., 1979. *Transferencia de tecnología a países en desarrollo*. Caracas: Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales (ILDIS).
- Corden, W.M., 1984. Booming sector and Dutch disease economics: survey and consolidation. *Oxford Economic Papers. New series*, 36 (3), noviembre de 1984: pp.359-380.
- Corden, W.M. y Neary, J.P., 1982. Booming sector and de-industrialisation in a small open economy. *The Economic Journal*, 92 (368), diciembre de 1982: pp.825-848.
- Coriat, B., 1976. *Ciencia, técnica y capital*. Madrid: Hermann Blume Ediciones [Título original: *Science, technique et capital*. Editions du Seuil].
- 1979. *L'atelier et le chronomètre. Essai sur le taylorisme, le fordisme et la production de masse*. París: Christian Bourgois.
- Correa, C., 1994. *La transferencia de tecnología*. En: Albornoz et al., 1994, pp.143-153.
- Costa, H.K.d.M. y Santos, E.M.d., 2013. Institutional analysis and the “resourcecurse” in developing countries. *Energy Policy*, 63 (2013): pp.788-795.
- Crump, J.G., 1997. Strategic alliances fit pattern of industry innovation. *Oil & Gas Journal*, 95 (13), 31 de marzo de 1997: pp.59-63.
- Cypher, J.M., 2013. Brasil: ¿desde el neoliberalismo (a medias) hacia un Estado desarrollista furtadiano? En: Vidal, G., Guillén, A. y Déniz, J. (Coords.), 2013. *América Latina: ¿cómo construir el desarrollo hoy?* Madrid: Fondo de Cultura Económica. Capítulo 10, pp.201-222.
- Dalla Costa, A., Fialho Pessali, H. y Da Cunha Gonçalves, S.C., 2013. Petróleo Brasileiro S.A.: una empresa estatal brasileña internacionalizada. *Revista de Gestão Pública*, 2 (1), enero-junio de 2013, pp.183-213.
- Dantas, E., y Bell M., 2009. Latecomers firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. *Research Policy*, 38 (5), junio de 2009: pp.829-844.
- Davis, G.A., 1995. Learning to love the Dutch disease: evidence from the mineral economies. *World Development*, 23 (10), octubre de 1995: pp.1765-1779.
- Deléchat, C., Yang, S., Clark, W., Gupta, P., Kabedi-Mbuyi, M., Koulet-Vickot, M., Macario, C., Orav, T., Rosales, M., Tapsoba, R., y Zhdankin, D., 2015. Harnessing resource wealth for inclusive growth in fragile states. *IMF Working Paper*. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF).
- Denzin, N.K. y Ryan, K.E., 2007. *Qualitative methodology (including focus group)*. En: Outhwaite, W. y Turner, S.P. (Eds.), 2007. *The SAGE handbook of social science methodology*. Londres: SAGE. Capítulo 6, pp.100-118.
- De Assis, A., 2013. Melhorias no PNQP para empregabilidade dos alunos qualificados. *10º Encontro Nacional do Prominp*, diciembre de 2013. Disponible en: <[http://www.prominp.com.br/prominp/pt\\_br/noticias/coordenador-executivo-do-prominp-encerra-encontro-nacional-com-balanco-positivo-12.htm](http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/noticias/coordenador-executivo-do-prominp-encerra-encontro-nacional-com-balanco-positivo-12.htm)>
- De Cillo, K.B. y Silveira, G.P., 2013. Redes de cooperação da Petrobras: um mapeamento a partir das patentes. En: Turchi, De Negri y De Negri, 2013, pp.163-208.
- De Ferranti, D., Perry, G.E., Lederman, D. y Maloney, W.E., 2002. *From natural resources to the knowledge economy: trade and job quality*. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <[http://elibrary.worldbank.org/docservers/download/9780821350096.pdf?expires=1364812075&id=id&accname=ic\\_cid-49013645&checksum=A95AE2B59F6F4C01D5A5D69D2DBA5CF7](http://elibrary.worldbank.org/docservers/download/9780821350096.pdf?expires=1364812075&id=id&accname=ic_cid-49013645&checksum=A95AE2B59F6F4C01D5A5D69D2DBA5CF7)>.
- De Maya, E., 1938. *O Brasil e o drama do petróleo*. Río de Janeiro: Livraria José Olympio Editora.
- De Moraes, J.M., 2013. *Petróleo em águas profundas. Uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- De Moraes, J.M. y Turchi, L., 2013. Sistema de inovação tecnológica no setor de petróleo e gás. *Radar IPEA*, 24. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponible en: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5415/1/Radar\\_n24\\_Sistemas%20de%20inova%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5415/1/Radar_n24_Sistemas%20de%20inova%C3%A7%C3%A3o.pdf)>.

- 2016. Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil. En: De Negri, F. y Squeeff, F.H.S. (Org.), 2016. *Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Capítulo 7, pp.315-366.
- De Negri, J.A., De Negri, F., Turchi, L., Wohlers, M., de Moraes, J.M. y Cavalcante, L.R. (Coord.), 2010. *Poder de compra da Petrobras: impactos econômicos nos seus fornecedores*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- De Noblet, G., 2014. Technology: a change catalyst for operator-service company relationships. Schlumberger. IPTC, Kuala Lumpur, diciembre de 2014. Disponible en: [http://www.iptcnet.org/2014/kl/documents/presentations/Panel-4\\_2-Gilles-de-Noblet\\_Schlumberger.pdf](http://www.iptcnet.org/2014/kl/documents/presentations/Panel-4_2-Gilles-de-Noblet_Schlumberger.pdf).
- De Oliveira, A. (Coord.), 2010. *Indústria para-petrolífera brasileira competitividade, desafios e oportunidades*. Disponible en: <http://www.ie.ufrj.br/datacenterie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto1811.pdf>.
- De Oliveira, J.M. y De Oliveira Figueiredo, C., 2013. Caracterização dos investimentos em P&D da Petrobras. En: Turchi, L.M., De Negri, F. y De Negri, J.A., 2013, pp.139-162.
- De Rosa, D. y Iootty, M., 2012. Are natural resources cursed? An investigation of the dynamic effects of resource dependence on institutional quality, *The World Bank Policy Research Working Paper 6151*. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: [http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/07/31/000158349\\_20120731090512/Rendered/PDF/WPS6151.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/07/31/000158349_20120731090512/Rendered/PDF/WPS6151.pdf).
- Di Filippo, A., 1976. La heterogeneidad estructural: concepto y dimensiones. *El Trimestre Económico*, 43 (1) (169), enero-marzo de 1976: pp.167-214.
- 2009. Estructuralismo latinoamericano y teoría económica. *Revista CEPAL*, 98, agosto de 2009: pp.181-202. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/36814/RVE98DiFilippo.pdf>.
- Diongue, A.K., Giraud, G. y Renouard, C., 2011. Measuring the contribution of extractive industries to local development: the case of oil companies in Nigeria. *Research Center ESSEC Working Paper*, 1109. Disponible en: <ftp://mse.univ-paris1.fr/pub/mse/CES2011/11043.pdf>.
- Dosi, G., 1984. *Technical change and industrial transformation*. Nueva York: St. Martin's Press.
- 1988. The nature of the innovative process. En: Dosi, G., Freeman, C, Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (Eds.), 1988. *Technical change and economic theory*. Londres y Nueva York: Pinter, pp.221-238.
- Dosi, G., Faillo, M. y Marengo, L., 2008. Organizational capabilities, patterns of knowledge accumulation and governance structures in business firms: an introduction. *Organization Studies*, 29 (8-9), agosto de 2008: pp.1165-1185.
- Douglas-Westwood, 2016a. *World deepwater market forecast 2016-2020. Summary*. Disponible en: <http://www.douglas-westwood.com>.
- 2016b. *World floating production market forecast 2016-2020. Summary*. Disponible en: <http://www.douglas-westwood.com>.
- Dunning, J.H., 1993. *Multinational enterprises and the global economy*. Wokingham: Addison-Wesley.
- Dunning, J.H. y Lundan, S.M., 2008. *Multinational enterprises and the global economy*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2ª edición.
- Durlauf, S.N. y Blume, L.E. (Eds.), 2008. *The New Palgrave dictionary of economics*. Basingstoke, Hampshire; Nueva York: Palgrave Macmillan.
- Edler, J. y Geroghiou, L., 2007. Public procurement and innovation – resurrecting the demand side. *Research Policy*, 36, 2007, pp.949-963.
- Edquist, C., 1997. Systems of innovation approaches – their emergence and characteristics. En: Edquist, C., (Ed.), *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Londres y Washington: Pinter, 1997, pp.1-35.
- 2005. Systems of innovation: perspectives and challenges. En: Fagerberg, Mowery y Nelson (Eds.), 2005, pp.181-208.
- Edquist, C. y Zabala-Iturriagaitia, J.M., 2012. Public procurement for innovation as mission-oriented public policy. *Research Policy*, 41 (10), pp.1757-1769.

- Edquist, C., Vonortas, N.S., Zabala-Iturriagagoitia, J.M. y Edler, J. (Eds.), 2015. *Public procurement for innovation*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing.
- Energy Information Administration, U.S., (EIA), 2016. *International energy outlook 2016*. Washington, DC: EIA. Disponible en: <[http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf)>.
- Engen, O.A.H., 2007. The development of the Norwegian Petroleum Innovation System: a historical overview. University of Stavanger. Disponible en: <<http://www.sv.uio.no/tik/InnoWP/EngenTIKpaper%20WPready.pdf>>.
- Erber, F.S. y Amaral, L.U., 1995. Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos. *Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas*. Disponible en: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/centros.pdf>>.
- Escobar, A., 2005a. El “postdesarrollo” como concepto y práctica social. En: Mato, D. (Coord), 2005. *Políticas de economía, ambiente y sociedad en tiempos de globalización*. Caracas: FaCES y Universidad Central de Venezuela, pp.17-32. Disponible en: <<http://cedum.umanizales.edu.co/mds/ch4/dsh/unidad1/pdf/El%20postdesarrollo%20como%20concepto.pdf>>
- 2005b. *Más allá del Tercer Mundo, Globalización y diferencia*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).
  - 2007. *La invención del Tercer Mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo*. Caracas: Fundación Editorial el Perro y la Rana. Disponible en: <<http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libros/218.pdf>>.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L., 2000. The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29 (2), febrero de 2000: pp.109-123.
- Evans, P.B., 1989. Predatory, developmental, and other apparatuses: a comparative political economy perspective on the third world state. *Sociological Forum*, 4 (4), diciembre de 1989: pp.561-587.
- ExxonMobil, 2015. *The outlook for energy: a view to 2040*. Disponible en: <<http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2015-outlook-for-energy-print-resolution.pdf>>.
- Fachetti, A., 2015. *Sistema tecnológico da Petrobras: uma visão de P&D*. Río de Janeiro: Petrobras.
- 2016. *Sistema tecnológico da Petrobras: uma visão de P&D*. Río de Janeiro: Petrobras.
- Fagundes Netto, J.R., 2014. O sistema tecnológico da Petrobras. Disponible en: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/es/presentaciones/apresentacoes-detalle-3.htm>>.
- Fajnzylber, F., 1983. *La industrialización trunca de América Latina*. México: Centro de Economía Transnacional (CET), Editorial Nueva Imagen.
- 1990. Industrialización en América Latina: de la “caja negra” al “casillero vacío”. Comparación de patrones contemporáneos de industrialización. *Cuadernos de la CEPAL*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Feenstra, R., Markusen, J. Y Zeile, W., 1992. Accounting for growth with new inputs: theory and evidence. *The American Economic Review*, 35 (2), mayo de 1992: pp.429-447.
- Ferentinos, J., 2013. Global Offshore Oil and Gas Outlook. *Infield Systems*. Disponible en: <<http://www.gaselectricpartnership.com/HOffshore%20Infield.pdf>>.
- Ferrer, A., 1974. *Tecnología y política económica en América Latina*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- 1976. La dependencia científica y tecnológica en el contexto internacional y sus implicaciones para la transferencia de tecnología. *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, 15 (60), enero-marzo de 1976, pp.565-580.
- Fessehaie, J., 2012. What determines the breadth and depth of Zambia’s backward linkages to copper mining? The role of public policy and value chain dynamics. *Resources Policy*, 37 (4), diciembre de 2012, pp. 443-451.
- Findlay, R. y Lundahl, M., 1999. Resource-led growth. A long-term perspective. The relevance of the 1870-1914 experience for today’s developing economies. *Working Paper*, 162. The United Nations University; WIDER (World Institute for Development Economics Research). Disponible en: <[http://www.wider.unu.edu/publications/working-papers/previous/en\\_GB/wp-162/files/82530858917962442/default/wp162.pdf](http://www.wider.unu.edu/publications/working-papers/previous/en_GB/wp-162/files/82530858917962442/default/wp162.pdf)>.

- Fondo Monetario Internacional (FMI), 2012a. *Fiscal Regimes for Extractive Industries: Design and Implementation*. Washington, DC: IMF Fiscal Affairs Department.
- 2012b. *Macroeconomic policy frameworks for resource-rich developing countries*. Washington, DC: IMF Fiscal Affairs Department.
- Frank, A.G., 1966. The development of underdevelopment. *Monthly Review*, 18 (4), septiembre de 1966: pp.17-31.
- 1969. *Capitalism and underdevelopment in Latin America. Historical studies of Chile and Brazil*. Nueva York y Londres: Monthly Review Press, 9ª reimpresión.
- Freeman, C., 1987. *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. University of Sussex, Science Policy Research Unit. Londres y Nueva York: Pinter.
- 1995. The national systems of innovation in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1), febrero de 1995: pp.5-24.
- Freitas, A.G. y Furtado, A.T., 2001. Processo de aprendizagem da Petrobrás: programas de capacitação tecnológica em sistemas de produção offshore. *Revista Brasileira de Energia*, 8 (1), pp.1-11.
- Furtado, C., 1959. *Formação econômica do Brasil*. Río de Janeiro: Fundo de Cultura.
- 1961. *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. Río de Janeiro: Fundo de Cultura.
- 1967. *Teoria e política do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- 1981. Estado e empresas transnacionais na industrialização periférica. *Revista de Economia Política*, 1 (1), enero-marzo de 1981: pp.41-49. Disponible en: <[http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201108311220160.estados\\_e\\_empresas\\_transnacionais.pdf](http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201108311220160.estados_e_empresas_transnacionais.pdf)>.
- 2000. *Teoria e política do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Editora Paz e Terra, 10ª edición.
- 2003. Economía colonial en Brasil en los siglos XVI y XVII. México, DF: Universidad de Ciudad de México [Título original: *Economia colonial no Brasil nos séculos XVI e XVII*].
- Furtado, A.T., 1998. A trajetória tecnológica da Petrobrás na produção offshore. *Recitec*, 2 (2), pp.76-107.
- Furtado, A.T. y Freitas, A.G., 2000. The catch-up strategy of Petrobrás through cooperative R&D. *The Journal of Technology Transfer*, 25 (1), marzo de 2000: pp.23-36.
- 2004. Nacionalismo e aprendizagem no Programa de Aguas Profundas da Petrobras. *Revista Brasileira de Inovação*, 3 (1), enero-junio de 2004: pp.55-86.
- Fuentes, J.R., 2010. Managing Natural Resources Revenue: The Case of Chile. *Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies (OxCarre) Research Paper*, 40, 2010.
- Gaddy, C. y Ickes, B., 2005. Resource rents and the Russian economy. *Eurasian Geography and Economics*, 46 (8), diciembre de 2005: pp.559-583. Disponible en: <<http://www.brookings.edu/~media/research/files/articles/2005/11/russia%20gaddy/20051101.pdf>>.
- Gauthier, B. y Zeufack, A., 2009. Governance and oil revenues in Cameroon. *Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies (OxCarre) Research Paper*, 38, octubre de 2009.
- Gelb, A. y asociados, 1988. *Oil windfalls – blessing or curse?* Washington, DC: Oxford University Press. Disponible en: <<http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/IW3P/IB/2003/12/23/00001200920031223161007/Rendered/PDF/296570paper.pdf>>.
- Gianella, C., 2007. A golden rule for Russia? How a rule-based fiscal policy can allow a smooth adjustment to the new terms of trade. *OECD Economics Department Working Papers*, 53715. París: OECD Publishing. Disponible en: <<http://www.oecd-ilibrary.org/>>.
- Glaser, B.G. y Strauss, A.L., 1967. *The Discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Griffiths, G., 2015a. Global data. *Offshore-Mag*, 75 (7), julio de 2015. Disponible en: <<http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-75/issue-7/departments/data/global-data.html>>.
- 2015b. Global data. *Offshore-Mag*, 75 (8), agosto de 2015. Disponible en: <<http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-75/issue-9/departments/data/global-data.html>>.
- Grossman, G.M. y Helpman, E., 1991. *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge, MA: MIT Press.



- Gudynas, E., 2009. Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. Contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual. En: varios autores, 2009. *Extractivismo, política y sociedad*, pp.187-225. Quito: CAAP (Centro Andino de Acción Popular) y CLAES (Centro Latino Americano de Ecología Social). Disponible en: <<http://www.gudynas.com/publicaciones/GudynasNuevoExtractivismo10Tesis09x2.pdf>>.
- 2011. Caminos para las transiciones post extractivistas. En: Alayza y Gudynas (Eds.), 2011, pp.187-216.
- Gupta, P., Li, B.G. y Yu, J., 2015. From Natural Resource Boom to Sustainable Economic Growth: Lessons for Mongolia. *IMF Working Paper*. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF).
- Gylfason, T., Herbertsson, T.T. y Zoega, G., 1999. A mixed blessing, natural resources and economic growth. *Macroeconomic Dynamics*, 3 (2), junio de 1999: pp.204-225. Disponible en: <<https://notendur.hi.is/gylfason/pdf/mixedblessing2.pdf>>.
- Haber, S. y Menaldo, V., 2011. Do natural resources fuel authoritarianism? A reappraisal of the resource curse. *The American Political Science Review*, 105 (1), febrero de 2011: pp.1-26.
- Halty-Carrère, M., 1975. *Producción, transferencia y adaptación de tecnología industrial*. En: Sábato, J.A. (Comp.), 1975. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia – tecnología – desarrollo – dependencia*. Buenos Aires: Editorial Paidós, pp.234-258.
- 1986. *Estrategias de desarrollo tecnológico para países en desarrollo*. México, DF: El Colegio de México.
- Halvorsen, T., 2015. Improving operator returns. *Journal of Petroleum Technology (JPT)*, 67 (7), julio de 2015, pp.20-21.
- Hammond, J.L., 2011. The resource curse and oil revenues in Angola and Venezuela. *Science and Society*, 75 (3), julio de 2011: pp.348-378. Disponible en: <<http://guilfordjournals.com/doi/pdf/10.1521/siso.2011.75.3.348>>.
- Haney, R.M., 2014. *Global Offshore Prospects*. Society for Underwater Technology: Houston. Disponible en: <<http://www.douglas-westwood.com/files/category.php?catID=14#VE1BkRZNfow>>.
- Harvey, D., 2013. *A companion to Marx's capital*. Londres y Nueva York: Verso.
- Hausmann, R., Hidalgo, C.A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A. y Yildirim, M.A., 2014. *The atlas of economic complexity. Mapping path to prosperity*. Cambridge, MA: Center for International Development at Harvard University.
- Hausmann, R., Hwang, J. y Rodrik, D., 2005. What you export matters. *NBER Working Paper*, 11905, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER), diciembre de 2005 (revisado en marzo de 2006). Disponible en: <<http://www.nber.org/papers/w11905.pdf>>.
- Hausmann, R., y Rodrik, D., 2002. Economic development as self-discovery. *NBER Working Paper*, 8952, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <<http://www.nber.org/papers/w8952.pdf>>.
- Henni, A., 2015a. MEOS 2015: innovation, collaboration keys to navigating downturn in oil price. *Journal of Petroleum Technology (JPT)*, 67 (5), mayo de 2015, pp.78-80.
- 2015b. Crossover technologies enhance innovation in oil industry. *Journal of Petroleum Technology (JPT)*, 67 (9), septiembre de 2015, pp.80-82.
- 2015c. Q&A. Mario Ruscev, Chief Technology Officer, Baker Hughes. *Journal of Petroleum Technology (JPT)*, 67 (10), octubre de 2015, pp.54-55.
- Herrera, A.O., 1970. *Introducción: notas sobre la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad latinoamericana*. En: Herrera et al., 1970, pp.11-36.
- 1976. *Ciencia y política en América Latina*. México, DF, Madrid y Buenos Aires: Siglo XXI Editores, 5ª edición.
- Herrera A.O., Urquidí, V.L., Leite Lopes, J., Sábato, J.A., Botana, N., Schatan, J., Sadosky, M., Ratínoff, L., Ribeiro, D. y Kaplan, M., 1970. *América Latina: ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Hidalgo, C.A., Klinger, B., Barabási, A.-L. y Hausmann, R., 2007. The product space conditions the development of nations. *Science*, 317 (5837), 27 de julio de 2007: pp.482-487. Disponible en: <<http://0-www.sciencemag.org.cisne.sim.ucm.es/content/317/5837/482.full.pdf>>.
- Hirschman, A.O., 1961. *La estrategia del desarrollo económico*. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1ª edición en español [Título original: *The strategy of economic development*. New Haven; Londres: Yale University Press].

- Hodgson, G.M., 2006. What Are Institutions? *Journal of Economic Issues*, 40 (1), marzo de 2006, pp.1-25.
- Innis, H., 1930. *The fur trade in Canada*. New Haven: Yale University Press.
- Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), 2015. *Agenda prioritária da indústria de petróleo, gás e biocombustíveis 2014-2015*. Río de Janeiro: IBP.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2010. Perspectivas de desenvolvimento do setor de petróleo e gás no Brasil. *IPEA, Eixos do Desenvolvimento Brasileiro*, 55, 1 de junio de 2010. Brasília: IPEA. Disponible en: [http://www.h2brasil.com/resources/IPEA\\_comunicado%2055%20petroleo.pdf](http://www.h2brasil.com/resources/IPEA_comunicado%2055%20petroleo.pdf).
- International Energy Agency (IEA), 2015a. *World energy outlook special report 2015: energy and climate change*. París: OCDE/IEA. Disponible en: <https://www.iea.org/publications/>.
- 2015b. *Medium-term gas market report 2015. Executive summary*. París: OCDE/IEA. Disponible en: <http://www.iea.org/Textbase/npsum/MTGMR2015SUM.pdf>.
- 2016a. *Medium-term oil market report 2016*. París: OCDE/IEA. Disponible en: <https://www.iea.org/bookshop/718-Medium-Term Oil Market Report 2016>.
- 2016b. *World energy outlook 2016. Executive Summary*. París: OCDE/IEA. Disponible en: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf>.
- 2017. *Oil market report 19 January 2017*. París: OCDE/IEA. Disponible en: <https://www.iea.org/media/omrreports/tables/2017-01-19.pdf>.
- Isham, J., Pritchett, L., Woolcock, M. y Busby, G., 2003. The varieties of the resource experience: how natural resource export structures affect the political economy of economic growth. *Middlebury College Discussion Paper*, 2003-08, Middlebury, Vermont: Middlebury College. Disponible en: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=410364](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=410364).
- Ishikawa, S., 1983. *Las tecnologías apropiadas: algunos aspectos de la experiencia japonesa*. En: Robinson, A. (Comp.), 1983, pp.101-171.
- Ismail, K., 2010. The structural manifestation of the “Dutch disease”: the case of oil exporting countries. Autorizado para la distribución por: Ulric Erickson von Allmen. *IMF Working Paper*, WP/10/103. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF). Disponible en: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2010/wp10103.pdf>.
- Jaguaribe, H., 1975. *Por qué no se ha desarrollado la ciencia en América Latina*. En: Sábato, J.A. (Comp.), 1975. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia – tecnología – desarrollo – dependencia*. Buenos Aires: Editorial Paidós, pp.57-72.
- Javorcik, B.S., 2004. Does Foreign Direct Investment increase the productivity of domestic firms? In Search of spillovers through backward linkages. *The American Economic Review*, 94 (3), junio de 2004: pp.605-627.
- Johnson, C., 1982. *MITI and the Japanese miracle. The growth of industrial policy, 1925-1975*. Stanford, Carolina: Stanford University Press.
- Júnior, C.P., 1953a. *História econômica do Brasil*. São Paulo: Editôra Brasiliense Limitada, 3ª edición.
- 1953b. *Formação do Brasil contemporâneo (colônia)*. São Paulo: Editôra Brasiliense Limitada, 4ª edición.
- Kaldor, N., 1961. *Ensayos sobre desarrollo económico*. México: Centro de estudios monetarios latinoamericanos.
- Kaplinsky, R., Morris, M. y Kaplan, D., 2011. A conceptual overview to understand commodities, linkages and industrial development in Africa. *Africa Export Import Bank*. Disponible en: <http://oro.open.ac.uk/30534/2/2E4B0FCA.pdf>.
- Karl, T.L., 1997. *The paradox of plenty: oil booms and petro-states*. Berkeley: University of California Press.
- Katz, J.M., 1976. *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*. México, DF: Fondo de Cultura Económica.
- Kauffman, D., Kraay, A. y Zoido-Lobaton, P., 1999. Governance matters. *World Bank Policy Working Paper*, 2196. Disponible en: <http://info.worldbank.org/governance/wgi/pdf/govmatters1.pdf>.
- Keilen, H. (Ed.), 2005. *Norwegian petroleum technology: a success story*. Trondheim: Norwegian Academy of Technological Sciences (NTVA); Offshore Media Group.

- Kibsgaard, P., 2016. *Kibsgaard speaks at Scotia Howard Weil 2016 energy conference*. Schlumberger. Disponible en: <<http://investorcenter.slb.com/phoenix.zhtml?c=97513&p=irol-presentations>>.
- Kim, L., 1997. *Imitation to innovation: the dynamics of Korea's technological learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kim, Y.J., 1998. Resource curse, overcommitment, and human capital. *Journal of Economic Development*, 23 (2), diciembre de 1998: pp.103-121.
- Koeller, P., Baumgratz Viotti, R. y Rauen, A., 2016. Dispendios do governo federal em C&T e P&D: esforços e perspectivas recentes. *Radar IPEA*, 48. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponible en: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29237&Itemid=8](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29237&Itemid=8)>.
- Kopits, S., 2014. *Oil and economic growth. A supply-constrained view*. Center on Global Energy Policy, School of International and Public Affairs, Columbia University. Presentación de 11 de febrero de 2014.
- Krugman, P., 1987. The narrow moving band, the Dutch disease and the competitive consequences of Mrs. Thatcher on trade in the presence of dynamic scale economies. *Journal of Development Economics*, 27 (1-2), octubre de 1987: pp.41-55.
- Kulkarni, P., 2011. Organizing for innovation. *World Oil*, 232 (3), marzo de 2011: pp.69-71.
- Kumar, R., 2005. *Research methodology: a step-by-step guide for beginner*. Londres: SAGE.
- Kuznets, S., 1959. *Aspectos cuantitativos del desarrollo económico*. México, DF: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA).
- 1966. *Modern economic growth: rate, structure, and spread*. New Haven y Londres: Yale University Press.
- Lall, S., 1992. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), febrero de 1992: pp.165-186.
- Lama, R. y Medina, J.P., 2010. Is Exchange Rate Stabilization an Appropriate Cure for the Dutch Disease? *IMF Working Paper*, WP/10/182. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF). Disponible en: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2010/wp10182.pdf>>.
- Larsen, E.R., 2004. Escaping the natural resource curse and the Dutch Disease? Norway's catching up with and forging ahead of its neighbors. Disponible en: <[http://elsa.berkeley.edu/users/webfac/cbrown/e251\\_f03/larsen.pdf](http://elsa.berkeley.edu/users/webfac/cbrown/e251_f03/larsen.pdf)>.
- Lastres, H.M.M., Cassiolato, J.E. y Campos, R., 2006. Arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais: vantagens do enfoque. En: Lastres, H.M.N. y Cassiolato, J.E. (Org.), 2006. *Estratégias para o desenvolvimento. Um enfoque sobre arranjos produtivos locais do Norte, Nordeste e Centro-Oeste Brasileiros*. Río de Janeiro: E-papers, pp.13-28.
- Latouche, S., 2009. Pequeño tratado del decrecimiento sereno. Barcelona: Icaria editorial [Título original: *Petit traité de la décroissance sereine*].
- Leborgne, D. y Lipietz, A., 1992. Flexibilité offensive, flexibilité défensive. Deux stratégies sociales dans la production des nouveaux espaces économiques. En: Benko, J. y Lipietz, A. (Eds.), 1992, pp.347-377.
- Lederman, D. y Maloney, W.F., 2008. In search of the missing resource curse. *Policy Research Working Paper*, 4766. Disponible en: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/home>>.
- Lei, Y-H. y Michaels, G., 2014. Do giant oilfield discoveries fuel internal armed conflicts? *Journal of Development Economics*, 110 (2014): pp.139-157.
- Leite, C. y Weidmann, J., 1999. Does mother nature corrupt? Natural resources, corruption, and economic growth. *IMF Working Paper*, WP/99/85. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF). Disponible en: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/1999/wp9985.pdf>>.
- Leite Lopes, J., 1970. *La ciencia, el desarrollo económico y el Tercer Mundo*. En: Herrera et al., 1970, pp.44-58.
- 1972. *La ciencia y el dilema de América Latina: dependencia o liberación*. Buenos Aires: Siglo XXI Argentina Editores.
- Leskinen, O., Bekken, P.K., Razafinjatovo, H. y García, M., 2012. *Oil and gas cluster: a story of achieving success through supplier development*. Harvard Business School.
- Lewis, W.A., 1955. *The theory of economic growth*. Homewood, IL: R.D. Irwin.
- Lippert, A., 2014. Spill-overs of a resource boom: evidence from Zambian copper mines. *Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies (OxCarre) Research Paper*, 131, enero de 2014.

- Lord, R., 2007. Technological breakthroughs advanced upstream E&P's evolution. *Journal of Petroleum Technology*, 59 (10), octubre de 2007: pp.111-116.
- Lucas, R., 1988. On the mechanics of economic development. *Journal of the Monetary Economics*, 22 (3), enero de 1988: pp.407-437. Disponible a través de Social Science Research Network en: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=227120](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=227120)>.
- Luiz Rosa, J., 2015. O desafio de unir cientistas e empresários. *Valor Econômico*, 2 de octubre de 2015.
- Lundvall, B.-Å., 1988. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. En: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (Eds.), 1988. *Technical change and economic theory*. Londres y Nueva York: Pinter, pp.349-369.
- 1992. *National System of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. En Lundvall (Ed.), 1992, *National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Pinter Publishers, pp.1-19.
- Luong, J. y Weinthal, E., 2010. *Oil is not a curse: ownership structure and institutions in Soviet successor states*. Cambridge studies in comparative politics. Nueva York: Cambridge University Press.
- Macas, L., 2011. El Sumak Kawsay. En: Acosta et al., 2011, pp.139-156.
- Machinea, J.L. y Vera, C., 2007. Inserción internacional y políticas de desarrollo productivo. En: Machinea, y Serra (Eds.), 2007. *Visiones del desarrollo en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL; Barcelona: Fundación CIDOB, pp.341-405. Disponible en: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/29200/CIDOB-CEPALVisiones.pdf>>.
- Magud, N. y Sosa, S., 2010. When and why worry about real exchange rate appreciation? The missing link between Dutch Disease and growth. *IMF Working Paper*, WP/10/271. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF). Disponible en: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2010/wp10271.pdf>>.
- Mahdavy, H., 1970. The patterns and problems of economic development in rentier states: the case of Iran. En: Cook, M. (Ed.), 1970. *Studies in the Economic History of the Middle East*. Londres: Oxford University Press, pp.428-467. Disponible en: <<http://www-personal.umich.edu/~twod/oil-s2010/rents/Mahdavy.pdf>>.
- Malerba, F., 2005. Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. En: Fagerberg, Mowery y Nelson (Eds.), 2005, pp.380-406.
- Malerba, F. (Ed.), 2009. *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Malerba, F. y Mani, S., 2009. Sectoral systems of innovation and production in developing countries: an introduction. En: Malerba, F. y Mani, S. (Contribs.), *Sectoral systems of innovation and production in developing countries*. Cheltenham, UK y Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, pp.3-24.
- Malthus, T.R., 1951. Ensayo sobre el principio de la población. México y Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica [Título original: *An essay on the orinciple of population*. Londres: J. Johnson, 1798].
- Mancini, L. y Paz, M.J., 2016. What Conditions May Foster an Industrial Development Strategy from Extractive Industries? *The Extractive Industries and Society*, 3, julio de 2016: 864-874.
- Marcel, V., 2006. *Oil titans. National Oil Companies in the Middle East*. Washington: Brookings Institution Press.
- Marshall, A., 1961. *Principles of economics: an introductory volume*. Macmillan.
- Martínez Alier, J., 2004. *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Barcelona: Icaria editorial [Título original: *The environmentalism of the poor. A study of ecological conflicts and valuation*. Cheltenham, UK: Edwar Elgar, 2002].
- Marx, K., 1972. *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (borrador) 1857-1858*. Volúmenes n.º 1 y 2. México, DF, Madrid y Buenos Aires: Siglo XXI Editores, 2ª edición [Título original: *Grundrisse der kritik der politischen oekonomie (rohentwurf) 1857-1858*. Berlín: Dietz Verlag, 1953].
- 2010. *El Capital. Crítica de la economía política*. Antología. Selección, introducción y nota de César Rendueles. Madrid: Alianza Editorial [Título original: *Das kapital. Kritik der politischen oekonomie*].
- Matos Huet de Bacellar, R. 2014. Os desafios do Pré-Sal: riscos e oportunidades para o país. *As políticas industrial e de inovação no setor de petróleo e gás*. Campinas: UNICAMP. Disponible en: <[http://www.gr.unicamp.br/penses/forum\\_pre\\_sal/file/rodrigo\\_bacellar.pdf](http://www.gr.unicamp.br/penses/forum_pre_sal/file/rodrigo_bacellar.pdf)>.

- Maugeri, L., 2006. *The age of oil. The mythology, history, and future of the world's most controversial resource*. Westport: Praeger Publishers.
- 2012. *Oil: the next revolution. The unprecedented upsurge of oil production capacity and what it means for the world*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Mazzoleni, R. y Nelson, R.R., 2009. The roles of research at universities and public labs in economic catch-up. En: Cimoli et al. (Eds.), 2009, pp.378-408.
- Mazzucato, M., 2013. *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths*. Nueva York: Anthem.
- Mbayi, L., 2011. Linkages in Botswana's diamond cutting and polishing industry. *MMCP (Making the Most of Commodities Programme) Discussion Paper*, 6, marzo de 2011. Ciudad del Cabo: the Open University. Disponible en: <<http://www.commodities.open.ac.uk/>>.
- Meek, R.L., 1975. *La fisiocracia*. Barcelona: Editorial Ariel [Título original: *The Economics of physiocracy*. Londres: George Allen & Unwin, 1962].
- Mehlum, H., Moene, K. y Torvik, R., 2006. Institutions and the resource curse. *The Economic Journal*, 116 (508), junio de 2006: pp.1-20.
- Melo, A. y Rodríguez-Clare, A., 2006. *Productive development policies and supporting institutions in Latin America and the Caribbean*. Nueva York: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Merhav, M., 1972. *Dependencia tecnológica, monopolio y crecimiento*. Buenos Aires: Ediciones Periferia [Título original: *Technological dependence, monopoly and growth*. Londres: Pergamon Press, 1969].
- Morrow, E. y Wallace, L., 2016. Industry looks to reduce project complexity to lower cost. *Offshore-Mag.*, 76 (1), enero de 2016.
- Michalet, C-A., 1976. *Le capitalisme mondial*. París: Presses Universitaires de France.
- 1980. From unequal industrial development to unequal scientific and technological development: the role of multinational corporations in the “international” transfer of technology. En: Ernst, D. (Ed.), 1980. *The new international division of labour, technology and underdevelopment. Consequences for the Third World*. Frankfurt y Nueva York: Campus Verlag, pp.137-149.
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2014. *Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. Relatório de Gestão 2013*. Río de Janeiro: MCTI.
- Ministério de Minas e Energia (MME), 2015. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2024*. Disponible en: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/publicacoes>>.
- Monteiro Lobato, J.B.R., 1957. *O escandalo do petroleo e ferro*. São Paulo: Editôra Brasiliense Ltda, 8ª edición.
- Morris, M., Kaplinsky, R. y Kaplan, D., 2011. Commodities and linkages: industrialisation in Sub Saharan Africa. *MMCP (Making the Most of Commodities Programme) Discussion Paper*, 13, octubre de 2011. Disponible en: <[http://www.cssr.uct.ac.za/sites/cssr.uct.ac.za/files/pubs/MMCP%20Paper%202013\\_0.pdf](http://www.cssr.uct.ac.za/sites/cssr.uct.ac.za/files/pubs/MMCP%20Paper%202013_0.pdf)>.
- Nelson, R.R. (Ed.), 1993. *National innovation systems: a comparative analysis*. Nueva York; Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R.R. y Rosenberg, N., 1993. *Technical innovation and national system*. En: Nelson, R.R. (Ed.), 1993, capítulo 1, pp.3-21.
- Nelson, R.R. y Winter, S.G., 1977. In search of a useful theory of innovation. *Research Policy*, 6 (1), enero de 1977: pp.36-76.
- 1982. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, MA: The Belknap Press.
- North, D.C., 1990. *Institutions, institutional change and economic performance*. Political Economy of Institutions and Decisions collection. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nurkse, R., 1953. *Problems of capital formation in underdeveloped countries*. Oxford: Oxford University Press.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2002. *Frascati Manual. Proposed standard practice for surveys on research and experimental development*. París: OCDE, 6ª edición.
- 2005. *Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. París: OCDE y Eurostat, 3ª edición.
- 2011. *Demand-side innovation policies*. París: OCDE.
- 2016. *Collaborative strategies for in-country shared value creation: framework for extractive projects*. París: OCDE.

- Ominami, C., 1987. *El Tercer Mundo en la crisis. Las transformaciones recientes de las relaciones norte-sur*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.
- Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP), 2016. *World oil outlook 2016*. Viena: OPEP. Disponible en: <<http://www.opec.org>>.
- Ortiz Neto, J.B., 2006. *O processo de aprendizado tecnológico na trajetória do sistema de produção flutuante empreendido pela Petrobrás em seu programa de capacitação tecnológica em águas profundas – PROCAP*. Tesis de máster. Universidade Federal do Paraná: Curitiba.
- Ortiz Neto, J.B. y Dalla Costa, A.J., 2007. A Petrobrás e a exploração de petróleo offshore no Brasil: um approach evolucionário. *Revista Brasileira de Economia (RBE)*, 61 (1): enero-marzo de 2007, pp.95-109.
- Ossandón, A., 1985. *Tecnología y Tercer Mundo. Dinámica del complejo tecnológico*. Santiago de Chile: Ediciones Cerro Huelén.
- Ozawa, T., 1974. *La transferencia de tecnología de Japón a los países en desarrollo*. México y Nueva York: Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación (UNITAR), Secretaría de Relaciones Exteriores [Título original: *Transfer of technology from Japan to developing countries*. UNITAR, 1971].
- Paganie, D., 2016. Unlocking deepwater value. *Offshore-Mag*, 76 (3), marzo de 2016.
- Paim, G., 1957. *Industrialização e economia natural*. Ministério de Educação e Cultura. Río de Janeiro: Instituto Superior de Estudos Brasileiros.
- Palazuelos, E., 2016. Rentier oil economies and development: dynamics and varieties. *The Extractive Industries and Society*, 3, 2016: pp.564-574.
- Palma, G., 1987. *Dependencia y desarrollo: una visión crítica*. En: Seers, D. (Comp.), 1987. *La teoría de la dependencia. Una reevaluación crítica*. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1ª edición en español, pp.21-89 [Título original: *Dependency Theory. A critical reassessment*. Londres: Frances Pinter (Publishers), 1981].
- Paul, D.L., 2007. Technology to meet the challenge of future energy supplies. *Journal of Petroleum Technology*, 59 (10), octubre de 2007: pp.153-155.
- Parque Tecnológico da Universidade Federal do Río de Janeiro (PT-UFRJ), 2015. *Parque Tecnológico UFRJ*. Presentación, marzo de 2015.
- Paz, M.J., 2015. Institutional change and State-Owned Enterprises reflections from the Petrobras case study. *Public Management Review*, 17 (6): pp.791-811.
- Peek, P., Fenard, J., Gantes, P. y Theiler, C., 2008. Skills shortages in the global oil and gas industry. How to close the gap. Part I. CRES (*Centre de Recherches Entreprises et Sociétés*). Disponible en: <<http://www.cres.ch/Documents/SKILLS%20SHORTAGE%20PART%20I%20pdf.pdf>>.
- Pérez, C., 1986. *Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto*. En: Ominami, C. (Comp.), 1986. *La tercera revolución industrial: impactos internacionales del actual viraje tecnológico*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano, pp.43-89.
- 2001. Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista CEPAL*, 75, diciembre de 2001: pp.115-136. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/SecretariaEjecutiva/0/LCG2150PE/carlotaperez.pdf>>.
- 2010. Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales. *Revista CEPAL*, 100, abril de 2010: pp.123-145. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/2/39122/RVE100Perez.pdf>>.
- Pérez, C. y Soete, L.L., 1988. *Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity*. En: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (Eds.), 1988. *Technical change and economic theory*. Londres y Nueva York: Pinter, pp.458-479.
- Perrons, R.K., 2014. How innovation and R&D happen in the upstream oil & gas industry: insights from a global survey. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 124, diciembre de 2014: pp.301-312.
- Petróleo Brasileiro SA (Petrobras), 2014. *Relatório Tecnologia Petrobras 2013*. Disponible en: <<http://www.petrobras.com.br/downloads/energy-and-technology/relatorio-tecnologia-petrobras-2011.pdf>>.
- 2015a. *Relatório Administração 2014*. Disponible en: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/relatorios-anuais/relatorio-de-administracao>>.

- 2015b. *Relatório Tecnologia Petrobras 2014*. Disponible en: <http://www.petrobras.com.br/downloads/energy-and-technology/relatorio-tecnologia-petrobras-2011.pdf>.
- 2015c. *Petrobras. Update. BTG Pactual VI Latam CEO Conference*. Disponible en: <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/apresentacoes/apresentacoes-gerais>.
- 2015d. Meet the awarded technologies. *Petrobras Magazine Global Connections. In-depth edition*.
- Pinto, A., 1965. *Concentración del progreso técnico y de sus frutos en el desarrollo latinoamericano*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35062/S6500626\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35062/S6500626_es.pdf?sequence=1).
- Pinto Júnior, H.Q. y Iooty, M., 2010. *Perspectivas de desenvolvimento do setor de petróleo e gás no Brasil*. En: *Infraestrutura econômica no Brasil: diagnóstico e perspectivas para 2025*. Brasília: IPEA.
- Piscione, D.B., 2014. *Secrets of Silicon Valley: what everyone else can learn from the innovation capital of the world*. Nueva York: Palgrave Macmillan.
- Platt, J., 2007. *Case study*. En: Outhwaite y Turner (Eds.), 2007. *The SAGE handbook of social science methodology*. Londres: SAGE. Capítulo 6, pp.100-118.
- Porter, M.E., 1990. *The competitive advantage of nations*. Londres: The MacMillan.
- Porto, G., Turchi, L. y Rezende, P., 2013. Radiografía das parcerias entre Petrobras e as ICT's Brasileiras: uma análise a partir da ótica dos coordenadores de projetos tecnológicos. En: Turchi, L.M., De Negri, F. y De Negri, J.A., 2013, pp.1-42.
- Postali, F.A.S., 2009. Petroleum royalties and regional development in Brazil: the economic growth of recipient towns. *Resources Policy*, 34 (2009): pp.205-213.
- Postali, F.A.S. y Nishijima, M., 2013. Oil windfalls in Brazil and their long-run social impacts. *Resources Policy*, 38 (2013): pp.94-101.
- Prebisch, R., 1949. *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas*. Nueva York: Naciones Unidas. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/30088/001\\_es.pdf?sequence=2](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/30088/001_es.pdf?sequence=2).
- 1950. Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo. *Estudio Económico de América Latina 1949*. Nueva York: Naciones Unidas. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1110/006\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1110/006_es.pdf?sequence=1).
- 1981. *Capitalismo periférico: crisis y transformación*. México, DF: Fondo de Cultura Económica.
- Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2011. *Toolkit and guidance for preventing and managing land and natural resources conflicts. Conflict prevention in resource-rich economies*. Nueva York: PNUD, diciembre de 2011.
- 2012. *Toolkit and guidance for preventing and managing land and natural resources conflicts. Extractive industries and conflict*. Nueva York: PNUD.
- Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2009. *From conflict to peacebuilding. The role of natural resources and the environment*. Nairobi: PNUMA.
- 2013. *Women and natural resources unlocking the peacebuilding potential*. Nairobi: United Nations Environment Programme. Nueva York: PNUD.
- Quesada, S., 2016. The power of cognitive technology. *Journal of Petroleum Technology*, 68 (4), abril de 2016: pp.47-48.
- Ráez Luna, E., 2011. La sostenibilidad ambiental en la transición hacia el post extractivismo en el Perú. En: Alayza y Gudynas (Eds.), 2011, pp.31-60.
- Ramírez, R., Roodhart, L. y Manders, W., 2011. How Shell's domains link innovation and strategy. *Long Range Planning*, 44 (4), agosto de 2011: pp.250-270.
- Ramos, J., 1999. *Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos (clusters) en torno a los recursos naturales ¿una estrategia prometedora?* Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Rassenfoss, S., 2016. Pressure test for E&P Innovation. *Journal of Petroleum Technology*, 68 (5), mayo de 2016: pp.39-43.
- Rassenfoss, S. y Henni, A., 2015. Low oil prices make innovation a priority. *Journal of Petroleum Technology*, 67 (2), febrero de 2015: pp.54-61.
- Real Academia Española (RAE), 2014. *Diccionario de la lengua española*. 23ª edición.
- Renault, A., 2014. *Rio de Janeiro: Centro da Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico no Setor de Petróleo & Gás*. Seminário Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico no Setor de Petróleo & Gás. Río de Janeiro: SEDEIS.

- Research Council of Norway, 2014. *Work programme for the PETROMAKS programme*. Oslo: Research Council of Norway.
- Ribeiro, C.G. y Furtado, A.T., 2014. Government procurement policy in developing countries: the case of Petrobras. *Science, Technology & Society*, 19 (2), julio de 2014: pp.161-197.
- Ricardo, D., 1955. *Principios de economía política y de tributación*. Madrid: Aguilar [Título original: *On the principles of Political Economy and taxation*. Londres: John Murray, 1817].
- Richmond, C., Yackovlev, I. y Yang, S.C.S., 2013. Investing volatile oil revenues in capital-scarce economies: an application to Angola. *IMF working paper*. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF).
- Ritter, A.R.M., 2001. *La aglomeración en torno a la minería en Canadá: estructura, evolución y funcionamiento*. En: Buitelaar, R.M. (Comp.).
- Robinson, A., 1983. *La disponibilidad de tecnologías apropiadas*. En: Robinson, A. (Comp.), 1983, pp.46-74.
- Robinson, A. (Comp.), 1983. *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del Tercer Mundo*. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1ª edición en español [Título original: *Appropriate technologies for Third World development*. Londres: The Macmillan Press Ltd., 1979].
- Robinson, J.A., Torvik, R. y Verdier, T., 2006. Political foundations of the resource curse. *Journal of Development Economics*, 79 (2), abril de 2006: pp.447-68.
- Rodrigues, L.A. y Sauer, I.L., 2015. Exploratory assessment of the economic gains of a pre-salt oil field in Brazil. *Energy Policy*, 87 (2015): pp.486-495.
- Rodríguez, E., 1991. *La endogeneización del cambio tecnológico: un desafío para el desarrollo*. En: Sunkel, O. (Comp.), 1991, pp.281-317.
- Rodríguez, O., 1980. *La teoría del desarrollo de la CEPAL*. México, DF: Siglo XXI Editores.
- Rodrik, D., 2015. Premature deindustrialization. *NBER Working Paper*, 20935. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER).
- Romer, P., 1986. Increasing returns and long-run growth. *The Journal of Political Economy*, 94 (5), octubre de 1986: pp.1002-1037.
- 1990. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98 (5), octubre de 1990: pp.72-102.
- Rosenberg, N., 1982. *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge, Nueva York, Melbourne: Cambridge University Press.
- Rosenstein-Rodan, P., 1964. *Capital formation and economic development*. Londres: Allen & Unwin.
- Ross, M.L., 1999. The political economy of the resource curse. *World Politics*, 51 (2), enero de 1999: pp.297-332.
- 2001. Extractive sectors and the poor. *Oxfam America*, Boston, MA: Oxfam America. Disponible en: <<http://www.sscnet.ucla.edu/polisci/faculty/ross/oxfam.pdf>>.
- 2004. What Do We Know about Natural Resources and Civil War? *Journal of Peace Research*, 41 (3), mayo de 2004: pp.337-356.
- Rostow, W.W., 1964. *The stages of economic growth: a non-communist manifesto*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruas, J.A.G. y Sabbatini, R., 2014. *Engenharia de petróleo no Brasil: avanço recente e entraves estruturais*. En: Kubota et al. (Org.), 2014. Competitividade de engenharia de projetos nos setores de petróleo e gás, aeronáutico, naval e de infraestrutura de transporte, capítulo 3, pp.87-147. Disponible en: <<http://repositorio.ipea.gov.br/>>.
- Ryggvik, H., 2014. *Construindo uma indústria nacional de petróleo offshore: a experiência da Noruega*. Río de Janeiro: Elsevier Editora.
- Rystad Energy, 2016. *Technip and FMC merging to become the second largest oilfield service company*. Rystad Energy Cube, 19 de mayo de 2016. Disponible en: <<http://www.rystadenergy.com/NewsEvents/PressReleases/technip-fmc-merging>>.
- Sábato, J.A., 1971. *Ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia*. San Miguel de Tucumán (Argentina): Universidad Nacional de Tucumán.
- 1976. *El origen de algunas de mis ideas*. Conferencia dictada en el Instituto ISEA, Caracas. En: Alborno et al., 1994, pp.103-114.
- Sábato, J.A. y Botana, N., 1970. *La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina*. En: Herrera et al., 1970, pp.59-76 [publicado originalmente en *Revista de la Integración*, 3, noviembre de 1968].



- Sachs, J.D. y Warner, A., 1995 (revisado en 1997). Natural resource abundance and economic growth. *NBER Working Paper*, 5398. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <[http://www.nber.org/papers/w5398.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w5398.pdf?new_window=1)>.
- 2001. Natural resources and economic development: the curse of natural resources. *European Economic Review*, 45 (4-6), mayo de 2001: pp.827-838.
- Sæther, B., Isaksen, A. y Karlsen, A., 2011. Innovation by co-evolution in natural resource industries: The Norwegian experience. *Geoforum*, 42 (3), junio de 2011: pp.373-381.
- Sagasti, F.R., 1975. *Subdesarrollo, ciencia y tecnología: el punto de vista de los países subdesarrollados*. En: Wionczek, M.S. (Comp.), 1975, pp.25-37.
- 1977. *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos (IEP) Ediciones.
- 2011. *Ciencia, tecnología, innovación. Políticas para América Latina*. Miraflores, Lima 18: Fondo de Cultura Económica del Perú.
- Sala-i-Martin, X. y Subramanian, A., 2003. Addressing the resource curse: an illustration from Nigeria. *NBER Working Paper*, 9804. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER). Disponible en: <[http://www.nber.org/papers/w9804.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w9804.pdf?new_window=1)>.
- Sampson, A., 1975. *The seven sisters. The great oil companies and the world they made*. Londres: Hodder and Stoughton.
- Sarmiento Sánchez, S.J., 2008. *Género y recursos naturales: visión de dos comunidades de Yanacachi*. La Paz: Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (IDRC); Fundación PIEB.
- Sarraf, M. y Jiwanji, M., 2001. Beating the resource curse: the case of Botswana. *The World Bank Environment Department Papers*, Environmental Economics Series. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <[http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSCContentServer/WDSP/IB/2002/09/24/000094946\\_02090504023362/Rendered/PDF/multi0page.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSCContentServer/WDSP/IB/2002/09/24/000094946_02090504023362/Rendered/PDF/multi0page.pdf)>.
- Sasson, A. y Blomgren, A., 2011. *Knowledge based oil and gas industry*. BI Norwegian Business School Research Report 3/2011.
- Schumpeter, J.A., 1950. *Capitalism, socialism and democracy*. Nueva York: Harper & Brothers Publishers, 3ª edición en inglés, 1950 (primera versión original publicada en 1942).
- 1957. *Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 2ª edición [Título original: *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University, 1911].
- Seabra, A.A.d., Khosrovyan, A., Del Valls, T.A. y Polette, M., 2015. Management of pre-salt oil royalties: wealth or poverty for Brazilian coastal zones as a result? *Resources Policy*, 45 (2015): pp.1-8.
- Sen, A.K., 1969. *La selección de técnicas. Un aspecto de la teoría del desarrollo económico planificado*. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1ª edición en español [Título original: *Choice of techniques. An aspect of the theory of planned economic development*. Oxford, Inglaterra: Basil Blackwell, 1962, 2ª edición].
- Sigam, C. y Garcia, L., 2012. Extractive industries: optimizing value retention in host countries. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas. Disponible en: <[http://unctad.xiii.org/en/SessionDocument/suc2012d1\\_en.pdf](http://unctad.xiii.org/en/SessionDocument/suc2012d1_en.pdf)>.
- Silva, E.F., 2010. *Mudanças institucionais e estratégias empresariais: a trajetória e o crescimento da petrobras a partir da sua atuação no novo ambiente competitivo (1997–2010)*. Tesis de doctorado. Río de Janeiro: Universidade Federal do Río de Janeiro (UFRJ).
- Singer, H.W., 1950. U.S. foreign investment in underdeveloped areas: the distribution of gains between investing and borrowing countries. *The American Economic Review*, 40 (2), mayo de 1950: pp.473-85.
- Singer, A.V., 2012. *Os sentidos do lulismo: reforma gradual e pacto conservador*. São Paulo: Editora Schwarcz.
- Sinnott, E., Nash, J. y de la Torre, A., 2010. Natural resources in Latin America and the Caribbean beyond booms and busts? Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <<http://siteresources.worldbank.org/INT/LAC/Resources/257803-1284336216058/FlagshipReport.pdf>>.
- Society of Petroleum Engineers (SPE), American Association of Petroleum Geologists (AAPG), World Petroleum Council (WPC) y Society of Petroleum Evaluation Engineers (SPEE), 2007.

- Petroleum Resources Management System. Disponible en: [http://www.spe.org/industry/docs/Petroleum Resources Management System 2007.pdf](http://www.spe.org/industry/docs/Petroleum%20Resources%20Management%20System%202007.pdf).
- Solow, R. M., 1957. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics Statistics*, 39 (3), agosto de 1957: pp.312-320. Disponible en: <http://www9.georgetown.edu/faculty/mh5/class/econ489/Solow-Growth-Accounting.pdf>.
- Smith, K., 2000. Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy. *Enterprise & Innovation Management Studies*, 1 (1), 2000: pp.73-102.
- Stewart, F., 1983. *Tecnología y subdesarrollo*. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1ª edición en español [Título original: *Technology and underdevelopment*. Londres: The Macmillan Press Ltd., 1977].
- Stiglitz, J. y Greenwald, B.C., 2014. Creating a learning society. A new approach to growth, development, and social progress. Nueva York: Columbia University Press.
- Stijns, J-P.C., 2000. Natural resource abundance and economic growth revisited. *University of California*. Disponible en: <http://are.berkeley.edu/fields/erep/seminar/f2000/stijns.pdf>.
- Suliman, K.M. y Badawi, A.A.A., 2010. *An assessment of the impact of China's investments in Sudan. AERC collaborative research project on the impact of China-Africa relations*. Nairobi: African Economic Research Consortium. Disponible en: <http://www.aercafrica.org/documents/china-africa-country-cases/Sudan-China-FDI-relations.pdf>.
- Sunkel, O., 1972. *Capitalismo transnacional y desintegración nacional en América Latina*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión. [Publicado en original en la revista *Estudios Internacionales*, año IV, 16, enero-marzo de 1971].
- Sunkel, O. (Comp.), 1991. *El desarrollo desde dentro. Un enfoque neoestructuralista para la América Latina*. México, DF: Fondo de Cultura Económica.
- Suzigan, W., Albuquerque, E.M. y Ferraz Cario, S.A. (Org.s), 2011. *Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Teitel, S., 1973. *Tecnología, industrialización y dependencia*. Banco Interamericano de Desarrollo, Serie de reimpresiones. [Publicado originalmente en: *El Trimestre Económico*, 159, julio-septiembre de 1973].
- Teixeira, F. y Ferraro, C., 2009. Aglomeraciones productivas locales en Brasil, formación de recursos humanos y resultados de la experiencia CEPAL-SEBRAE. CEPAL, *Serie Desarrollo Productivo*, 186, marzo de 2009. Santiago de Chile: Naciones Unidas Available at: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/35735/lcl3005e.pdf>.
- Teka, Z., 2012. Linkages to manufacturing in the resource sector: The case of the Angolan oil and gas industry. *Resources Policy*, 37 (4), diciembre de 2012, pp. 443-451.
- Thomas, J.E., 2004. *Fundamentos de engenharia de petróleo*. Río de Janeiro: Editora Interciência, 2ª edición.
- Thuriaux-Alemán, B., Salisbury, S., Dutto, P.R. y Little, A., 2010. R&D investment trends and the rise of NOCs. *Journal of Petroleum Technology*, 62 (10), octubre de 2010: pp.30-32.
- Tibiriçá Miranda, M.A., 2004. *O petróleo é nosso. A luta contra o "entreguismo", pelo monopólio estatal*. Ipiranga, São Paulo: Ipsis Gráfica e Editora.
- Tordo, S., Warner, M., Manzano, O. y Anouti, Y., 2013. *Local content policies in the oil and gas sector*. A World Bank Study. Washington, DC: Banco Mundial.
- Tornell, A. y Lane, P.R., 1999. The voracity effect. *The American Economic Review*, 89 (1), marzo de 1999: pp.22-46.
- Torvik, R., 2002. Natural resources, rent seeking and welfare. *Journal of Development Economics*, 67 (2), 15 de abril de 2002: pp.455-470. Disponible en: <http://www.svt.ntnu.no/iso/ragnar.torvik/jde.pdf>.
- Toto Same, A., 2009. Transforming natural resource wealth into sustained growth and poverty reduction a conceptual framework for sub-saharan African oil exporting countries. *World Bank Policy Research Working Paper* 4852. Washington, DC: Banco Mundial.
- Triepke, J., 2015. A new subsea era solidified - 3rd subsea JV forms as FMC & Technip spawn Forsys. *Oilpro*. Disponible en: <http://oilpro.com/post/11553/new-subsea-era-solidified-3rd-subsea-jv-forms-fmc-technip-spawn-f>.

- Turchi, L. y Porto, G., 2013. A Petrobras e ICTs: a construção das parcerias. En: Turchi, L.M., De Negri, F. y De Negri, J.A., 2013. *Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras como universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras*. Brasília: IPEA, pp.43-80.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), 2001. *Transfer of Technology*. Documento UNCTAD/ITE/IIT/28. Ginebra: Naciones Unidas. Disponible en: <<http://unctad.org/en/Docs/psiteitd28.en.pdf>>.
- 2013. *World investment report 2013. Global value chains: investment and trade for development*. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas.
  - 2015. *Technology and innovation report 2015. Fostering Innovation Policies for Industrial Development*. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas.
- United Nations Economic Commission for Africa (UNECA), 2011. *Minerals and Africa's development. The international study group report on Africa's mineral regimes*. Adís Abeba: UNECA. Disponible en: <[http://www.africaminingvision.org/amv\\_resources/AMV/ISG%20Report\\_eng.pdf](http://www.africaminingvision.org/amv_resources/AMV/ISG%20Report_eng.pdf)>.
- 2015. *Economic report on Africa 2015. Industrializing through trade*. Adís Abeba: UNECA. Disponible en: <[http://www.uneca.org/sites/default/files/PublicationFiles/era2015\\_eng\\_fin.pdf](http://www.uneca.org/sites/default/files/PublicationFiles/era2015_eng_fin.pdf)>.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 1975. Las actitudes cambiantes de los países en desarrollo frente al licenciamiento de la tecnología. En: Wionczek, M.S. (Comp.), 1975, pp.129-138.
- 1979. *Transnational corporations and the industrialization of developing countries*. Viena: UNIDO. Disponible en: <<http://repository.uneca.org/handle/10855/7545>>.
  - 2005. *Industrial Development Report 2005. Capability building for catching-up. Historical, empirical and policy dimensions*. Viena: UNIDO.
  - 2009. *Industrial development report 2009. Breaking in and moving up: new industrial challenges for the bottom billion and the middle-income countries*. Viena: UNIDO.
  - 2011. *Commodities for industrial development: making linkages work*. UNIDO working paper 01/2011. Preparado por: Kaplinsky, R. Viena: The Open University.
  - 2013. *Industrial Development Report 2013. Sustaining employment growth: the role of manufacturing and structural change*. Viena: UNIDO.
- Vaitsos, C.V., 1973. *Comercialización de tecnología en el Pacto Andino*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Van der Ploeg, F., 2010. Natural Resources: Curse or Blessing? *CESifo Working Paper*, 3125, Julio de 2010.
- Van Wijnbergen, S., 1984. The Dutch disease: a disease after all? *Economic Journal*, 94 (373), marzo de 1984: pp.41-55.
- Veltmeyer, H., 2002. The Natural resource dynamics of postneoliberalism in Latin America: new developmentalism or extractivist imperialism? *Studies in Political Economy*, 90, 2012.
- 2007. *Juicio a las multinacionales. Inversión extranjera e imperialismo*. Madrid: Editorial Popular.
- Viner, J., 1966. *Comercio internacional y desarrollo económico*. Madrid: Editorial Tecnos S.A., Colección de ciencias sociales, Serie de economía, 2ª edición [Título original: *International trade and economic development*. Oxford: Clarendon Press, 1ª edición, 1953].
- Vorobyov, A., 2012. Research and technology agreements in the Norwegian concession system of the 1970s - 1990s. *Baltic Region*, 4, 2012: pp.43-51.
- Watkins, M.H., 1963. A staple theory of economic growth. *The Canadian Journal of Economics and Political Science*, 29 (2), mayo de 1963: pp.141-158.
- Weatherford, 2014. *Sin título*. Presentación corporativa en la 'Cowen & Company 4th Annual Ultimate Energy Conference'. Nueva York, 3 de diciembre de 2014.
- Westwood, J., 2015. Industry gears up for new year filled with challenges, opportunities. *Offshore-Mag.*, 75 (1), enero de 2015: pp.38-39.
- Whitfield, S., 2015. Technological innovation needed to extract value from mature fields. *Oil and Gas Facilities*, 4 (3), junio de 2015: pp.41-42.
- Wilhelmi, M.A. (Ed.), 2011. *Los derechos de los pueblos indígenas a los recursos naturales y al territorio: conflictos y desafíos en América Latina*. Barcelona: Icaria editorial.
- Wionczek, M.S. (Comp.), 1975. *Política tecnológica y desarrollo económico*. Tlatelolco, México, DF: Secretaría de Relaciones Exteriores.

## Bibliografía

- Wright, G. y Czelusta, J., 2002. Exorcising the resource curse: minerals as a knowledge industry, past and present. *Working Paper*, 02008. Stanford, CA: Stanford University.
- Yergin, D., 1991. *The prize: the epic quest for oil, money and power*. Londres: Simon & Schuster.
- 2014. How technology led to tectonic shifts in oil and gas supply. *Official publication of the 21st World Petroleum Congress*, pp.20-22.
- Yin, R.K., 2003. *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks: SAGE.



## ANEXOS

### ANEXO 1

#### ACLARACIONES METODOLÓGICAS DEL ESTUDIO DE CASO

##### A1.1 LAS ENTREVISTAS

**D**urante el trabajo de campo realizado en Brasil hemos entrevistado personalmente individuos con larga experiencia en el sector petrolero brasileño. Las entrevistas han sido realizadas de forma semiestructurada, esto es, el contenido y la formulación de las preguntas han sido flexibles. Esta modalidad es adecuada para estudiar situaciones complejas y cuando es preciso obtener informaciones detalladas sobre un fenómeno, como en nuestro caso.

En primer lugar, hemos entrevistado gerentes de compañías petroleras responsables por las áreas de E&P y de I+D e innovación (tabla abajo)<sup>445</sup>. Para seleccionar las empresas hemos averiguado que en Brasil estaban presentes 49 compañías concesionarias y 26 operadoras (ANP, 2015). A ellas, hemos añadido dos compañías que no estaban clasificadas en ninguna de las dos categorías porque participaban solo en el bloque Libra, que fue concedido en régimen contractual de partición de producción. Siendo que todas las operadoras son también concesionarias, hemos obtenido un grupo formado por 51 compañías petroleras diferentes<sup>446</sup>.

Respecto a este grupo, la muestra relevante para nuestro estudio está constituida por las dieciocho compañías obligadas a cumplir con la cláusula de I+D entre 1998 y 2015. Dichas compañías representaron en conjunto más de un 98 % de la producción nacional de petróleo y más de un 97 % de la producción nacional de gas natural en 2014 (ANP, 2015)<sup>447</sup>.

---

<sup>445</sup> Los encuentros han ocurrido en las sedes centrales de las empresas (en Río de Janeiro) y han durado entre dos horas y dos horas y media. Los entrevistados tienen experiencia profesional en el sector de entre quince y treinta años.

<sup>446</sup> Todas las operadoras son también concesionarias, pero no vale viceversa: 23 concesionarias no son operadoras. Cada campo petrolero tiene una operadora y puede tener una o más concesionarias que trabajan en consorcio. A diferencia de las concesionarias, las operadoras toman decisiones estratégicas sobre las actividades de exploración, desarrollo y producción.

<sup>447</sup> Aquí nos referimos al año 2014 porque era el año más reciente con datos disponibles cuando desarrollamos el trabajo de campo. Los porcentajes han sido calculados en base a los datos de producción por

Conviene recordar que la ANP no publica informaciones sobre los proyectos financiados vía cláusula de I+D y realizados por las compañías petroleras en sus propias instalaciones o conjuntamente con empresas de servicios. Por tanto, para evaluar los impactos de esos proyectos ha sido imprescindible investigar caso por caso las inversiones de cada compañía acudiendo a entrevistas y encuentros informales con personas internas a las firmas.

En segundo lugar, hemos entrevistado a ocho gerentes y funcionarios de siete empresas de servicios con centros de I+D en el parque tecnológico de la UFRJ; además, hemos encontrado un funcionario del parque tecnológico y cinco gerentes de EBT instaladas en la Incubadora de Empresas de la UFRJ. Hemos visitado también el *Laboratório de Tecnologia Oceânica* (LabOceano) del instituto Coppe así como los laboratorios de I+D de dos empresas de servicios<sup>448</sup>.

**Tabla A.1**  
**Entrevistas a gerentes de empresa**

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Empresa (n.º entrevistados)</b>
Compañía petrolera	BG; Brasoil; Chevron; OGPar (2); Petrobras (8); Petrogal Brasil <sup>1</sup> ; Queiroz Galvão E&P; Repsol; Shell; Statoil
Empresa de servicio	Baker Hughes; Cameron (One Subsea); CGG; Chemtech (Siemens); EMC; FMC Technologies (2); General Electric <sup>1</sup> ; Halliburton <sup>1</sup> ; Kongsberg Maritime; MEI Engenharia (2); SBM Offshore (2); Schlumberger (2); Technip; Tenaris; Transocean; Vallourec
Empresa de base tecnológica (EBT)	Ambipetro; DPSGeo; ESSS; Hytron; Monflex; Oilfinder; Petrec
<i>Total entrevistados (n.º)</i>	45

Fuente: elaboración propia. Notas: 1) Respuestas enviadas de forma escrita

En tercer lugar, hemos entrevistado quince profesionales con larga experiencia en el sector petrolero brasileño: i) funcionarios de agencias gubernamentales (ANP y Finep); ii) directores de asociaciones que representan los intereses del sector (ABEMI; ABIMAQ; IBP; ONIP; SEBRAE); y iii) gerentes de otras organizaciones relevantes (tabla abajo)<sup>449</sup>.

---

concesionaria. Ese valor podría ser calculado también tomando como base los datos por operadora; sin embargo, no todas las empresas de la muestra son operadoras, mientras que sí todas son concesionarias.

<sup>448</sup> Los encuentros con los gerentes han tenido lugar en los centros de I+D de las empresas; una entrevista ha sido realizada en otra sede corporativa en Río de Janeiro y otra en un centro de I+D en teleconferencia con otros gerentes. Todos los entrevistados tienen una experiencia profesional superior a quince años. En ocasión de las entrevistas hemos podido visitar los laboratorios de tres empresas de servicios.

<sup>449</sup> Las entrevistas han sido todas presenciales (en Río de Janeiro y São Paulo), menos una que ha sido efectuada por teléfono. Los encuentros han durado entre una hora y media y dos horas.

Tabla A.2

**Entrevistas a funcionarios de agencias gubernamentales y otras organizaciones**

<b>Entidad (n.º entrevistados)</b>	
▪ Agência de Inovação Inova UNICAMP (1)	
▪ Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (3)	
▪ Associação Brasileira de Engenharia Industrial (ABEMI) (1)	
▪ Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) (1)	
▪ Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (2)	
▪ Incubadora de Empresas Coppe UFRJ (1)	
▪ Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (IBP) (1)	
▪ Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP) (2)	
▪ Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PT-UFRJ) (1)	
▪ Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) (2)	
<i>Total entrevistados (n.º)</i>	15

Fuente: elaboración propia

Por último, hemos entrevistado dieciséis profesores e investigadores, procedentes de ocho organizaciones de ciencia y tecnología diferentes, que coordinaron proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D. En ocasión de los encuentros, hemos visitados personalmente siete laboratorios científicos que fueron construidos o reformados con los recursos procedentes de la cláusula.

**A1.2 LOS CUESTIONARIOS**

Para investigar los impactos de los proyectos financiados por la cláusula de I+D realizados por universidades y centros de investigación, hemos elaborado un cuestionario anónimo semiestructurado que ha sido enviado de forma electrónica a los coordinadores de dichos proyectos (el texto del cuestionario se encuentra en el anexo 2). Para implementarlo hemos adoptado la técnica de la encuesta autoadministrada (Bourque y Fielder, 2003).

Cabe precisar que hemos investigado los proyectos de I+D autorizados por la ANP entre enero de 2009 y enero de 2014. La selección de este período está fundamentada en tres criterios. En primer lugar, entre 1998 y 2005 la cláusula de I+D no obligaba a Petrobras a prestar cuentas; por tanto, no hay informaciones disponibles sobre los proyectos realizados antes de 2006. Segundo, los primeros proyectos de I+D financiados por compañías petroleras distintas de Petrobras han sido autorizados en 2007 (Repsol y Shell); solo a partir de 2009 estos proyectos han aumentado de manera consistente (ver anexo 4). Y tercero, no hemos incluido los proyectos autorizados después de enero de 2014 porque había un fuerte riesgo de incluir en la encuesta actividades todavía incipientes respecto al período en que realizamos la encuesta



(segundo semestre de 2015); eso habría podido distorsionar las evaluaciones de los coordinadores de proyecto.

Con respecto a la forma, hemos utilizado en gran mayoría preguntas cerradas; no obstante, en la parte final del cuestionario hemos dejado responder algunas abiertamente para invitar los encuestados a aportar nuevos elementos y expresar críticas y sugerencias. En varias preguntas, hemos solicitado la evaluación de afirmaciones utilizando una escala de Likert, que permite ordenar el grado de acuerdo del encuestado. En este caso, hemos elaborado una lista de respuestas exhaustivas y mutuamente exclusivas en línea con Bourque y Fielder (2003)<sup>450</sup>.

Conviene notar que cada proyecto de I+D autorizado por la ANP tiene un responsable en la compañía petrolera (que lo financia) y, por el lado de la organización beneficiaria, participa un grupo de investigadores liderado por un único coordinador. A través de entrevistas, hemos aclarado que la persona más adecuada para responder al cuestionario es el coordinador, que gerencia y administra todas las actividades del grupo de investigación; se trata de una persona que tiene una visión completa sobre el proyecto y que, además, está en contacto constante con la compañía financiadora y con la ANP. Tras realizar pruebas pilotos, hemos optado por no preguntar la identidad de la organización de pertenencia del encuestado<sup>451</sup>.

Para identificar los coordinadores hemos revisado la base de datos de la ANP relativa a los proyectos de I+D autorizados por la misma agencia reguladora en el período de nuestro interés. Lamentablemente, la ANP no publica los nombres de los coordinadores de dichos proyectos; por tanto, hemos tenido que indagar fuentes múltiples a partir del mero título de cada proyecto. Ahora bien, la ANP publica solo la identidad de la organización que ejecuta un proyecto, pero cada organización puede tener decenas de unidades internas acreditadas para ejecutarlo. Por eso, hemos efectuado una búsqueda adicional en el *Diário Oficial da União*, en que se publican los textos integrales de las autorizaciones de la ANP. No obstante, a través de

---

<sup>450</sup> Inicialmente, decidimos utilizar una categoría de respuesta residual para algunas preguntas, no obstante, tras realizar unas pruebas piloto, hemos notado que esa opción no aportaba información significativa y generaba problemas para elaborar los resultados. Por tanto, hemos optado por no facilitar esa posibilidad. Por otro lado, hemos dejado una opción de respuesta adicional a la escala de Likert para permitir expresar una imposibilidad de contestar (indicada con “NA”). Esta opción otorga más flexibilidad a los encuestados y evita forzarlos a responder usando un indicador que no consideran adecuado; por otro lado, puede incentivar un abuso de esta posibilidad, lo que haría perder información relevante. De todas formas, como indican nuestros resultados, la opción “NA” ha sido utilizada en pocos casos; eso muestra que en general los encuestados han sido capaces de expresar sus respuestas a nuestras preguntas.

<sup>451</sup> Disponer de esta información es útil para conocer separadamente los impactos de los proyectos de I+D en cada OCT; sin embargo, eso podría revelar el desempeño individual de cada OCT, lo que desincentivaría los coordinadores a participar voluntariamente en la encuesta. En todo caso, nuestro interés no es indagar la eficiencia de cada OCT en la gestión de los proyectos, sino analizar el resultado agregado de la cláusula de la ANP.

esta fuente encontramos apenas las identidades de las unidades científicas que ejecutaron los proyectos de I+D a partir de 2012.

Contra esta dificultad, hemos contactado personalmente las organizaciones implicadas para solicitar los contactos de profesores que coordinaron proyectos de I+D; en el caso de las universidades, hemos comunicado con los vicerrectorados de investigación. En algunos casos hemos tenido una colaboración positiva; no obstante, eso ha ocurrido en menos de un cuarto de las organizaciones incluidas en la muestra. Por ende, decidimos contactar directamente los directores de los departamentos universitarios implicados en los proyectos autorizados por la ANP (e.g. química, física, ingeniería, mecánica, etc.)<sup>452</sup>. Aun así, no hemos conseguido encontrar los coordinadores de todos los proyectos autorizados por la ANP. Por tanto, hemos acudido a otra fuente que nos ha proporcionado la información complementaria: la plataforma en línea Lattes del CNPq<sup>453</sup>.

Antes de empezar la encuesta, hemos enviado el cuestionario a seis coordinadores de proyecto como prueba piloto para verificar la claridad de las preguntas, la capacidad de contestarlas y el tiempo necesario a completarlas. La versión final del cuestionario ha sido enviada por correo electrónico y publicada en línea, a través de la plataforma Google Forms, entre septiembre de 2015 y febrero de 2016 inclusive<sup>454</sup>.

Para especificar la población objeto de estudio hemos acudido a las informaciones publicadas por la ANP relativas a las organizaciones de ciencia y tecnología implicadas en la cláusula de I+D (ver capítulo 9). Respecto a esa población, nuestra muestra relevante está constituida por 45 entidades, que han sido seleccionadas de acuerdo con los criterios siguientes. En primer lugar, hemos incluido las veinte organizaciones que recibieron más recursos vía cláusula de I+D en el período de estudio. Segundo, de este grupo de organizaciones hemos

---

<sup>452</sup> Hemos solicitado a los directores de los departamentos universitarios de reenviar nuestro cuestionario a los docentes de la unidad. Sin embargo, esta modalidad ha alargado el proceso de envío y ha tenido un éxito modesto. Por tanto, hemos decidido comunicar personalmente con los profesores de cada departamento por correo electrónico y, en la gran mayoría de los casos, también por teléfono; una vez confirmada la disponibilidad a colaborar, hemos enviado un correo electrónico con la carta de presentación y el enlace para completar el formulario en línea.

<sup>453</sup> Esta plataforma permite conocer todos los proyectos en que un investigador ha participado, quién los coordinó y qué empresa u organización los financió. Este canal ha sido muy eficaz para encontrar decenas de coordinadores de proyectos financiados por la cláusula de I+D.

<sup>454</sup> Cada cuestionario ha sido enviado junto con una carta de presentación en que hemos ilustrado los propósitos de nuestro estudio; además, hemos explicado porque el encuestado fue seleccionado enfatizando la importancia de su colaboración. Hemos aclarado que la participación es voluntaria y anónima. Por último, hemos indicado cuándo y cómo rellenar el formulario y hemos incluido nuestros contactos personales. Hemos explicitado que los resultados serán presentados en agregado y que, además de la tesis doctoral, podrían ser publicados en revistas científicas.

excluido las tres que pertenecen a órganos militares brasileños (IEAPM, CIABA y CIAGA) debido a la imposibilidad de contactar los responsables de proyecto. Y tercero, hemos incorporado en la muestra otras 28 organizaciones que implementaron al menos un proyecto de I+D en el período analizado.

Las organizaciones incluidas en la muestra recibieron en conjunto más de un 43 % de los recursos totales generados por la cláusula de I+D en nuestro período de estudio. No obstante, algunas de ellas se beneficiaron también de los recursos financiados por la cláusula y destinados al PRH-ANP, al Prominp y al programa Ciencia sin Fronteras (ver capítulo 9). Por eso, el valor efectivamente recibido por las organizaciones incluidas en nuestra muestra es cerca de un 91 % de los recursos totales autorizados por la ANP (vía cláusula) en el período analizado.

Hemos enviado el cuestionario a los coordinadores que fueron responsables de actividades científicas propiamente dichas. Este requisito es esencial para seleccionar los encuestados puesto que algunos coordinaron meras actividades burocráticas relativas a la construcción o reforma de infraestructura física (ver capítulo 9.2.1), esto es, no coordinaron proyectos de I+D.

Tras aplicar estos filtros, hemos logrado definir un grupo de 178 coordinadores procedentes de 45 organizaciones diferentes. No obstante, hemos podido enviar solo 156 cuestionarios debido a que fue imposible contactar algunos por diversas causas (e.g. fallecimiento); dos coordinadores declinaron la colaboración por insuficiencia de tiempo. Todos los encuestados completaron el cuestionario de forma exhaustiva.

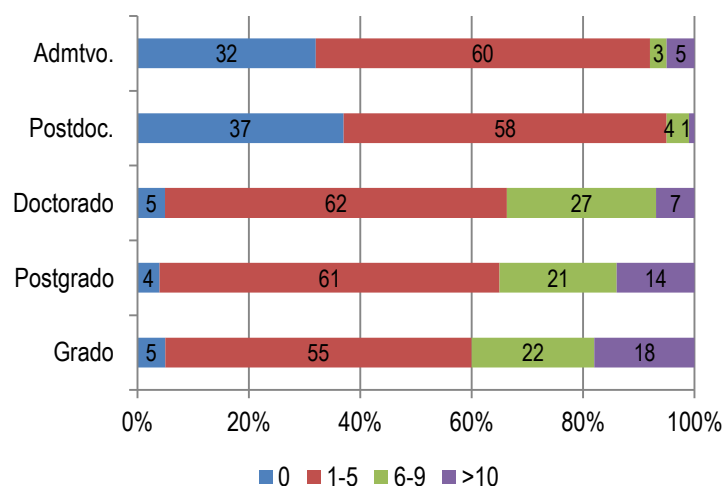
El gráfico de abajo ilustra algunas estadísticas descriptivas sobre la composición y el nivel de formación de los miembros de los grupos de investigación que realizaron los proyectos coordinados por los encuestados<sup>455</sup>.

---

<sup>455</sup> Es importante precisar que el número de investigadores que trabajan en un proyecto determinado puede variar a lo largo del mismo; por tanto, hemos requerido la indicación de un promedio. También con respecto a la formación de los investigadores hemos solicitado un número indicativo, siendo posible que algunos encuestados hayan coordinado diferentes grupos.

**Gráfico A.1**

**Composición de los grupos de investigación encuestados, por nivel de formación  
(número de miembros en cada grupo y % de respuestas)**

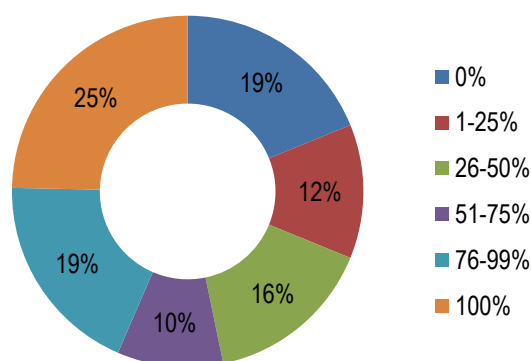


Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios. Notas: admtvo. = personal administrativo; postdoc. = postdoctorado

Es interesante destacar que más de la mitad de los grupos de investigación encuestados trabaja predominantemente en actividades relacionados con la E&P (gráfico abajo). Eso puede interpretarse con el hecho de que las compañías petroleras financiaron proyectos de I+D realizados por organizaciones directamente vinculadas con el sector petrolero (e.g. ingeniería).

**Gráfico A.2**

**Relevancia de la E&P en la cartera de proyectos de los grupos de investigación  
encuestados (% del total de proyectos y % de respuestas)**

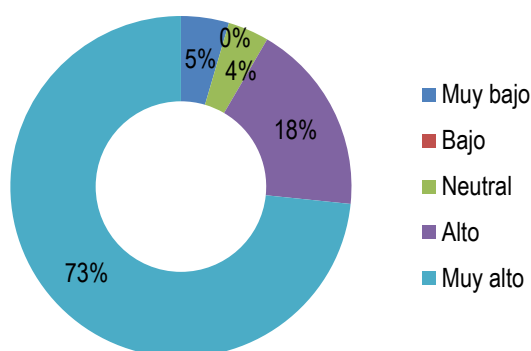


Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios

Los encuestados valoran muy positivamente la relevancia económica de la cláusula de I+D para sus organizaciones (gráfico abajo). Mediante entrevistas hemos comprobado que en muchos casos los recursos de la cláusula constituyeron la fuente de financiación principal recibida por los grupos de investigación en el período analizado, en particular en las universidades. En otros términos, la cláusula ha sido un instrumento crucial para promover la actividad científica en estas organizaciones.

**Gráfico A.3**

**Importancia económica de la cláusula de I+D para las OCT (% de respuestas)**



Fuente: elaboración propia a partir de cuestionarios

Conviene concluir destacando que en el cuestionario no hemos incluido preguntas sobre las dificultades que los coordinadores encontraron para realizar los proyectos de I+D. Hemos intentado abordar esa limitación dejando preguntas abiertas en la parte final del formulario; además, en ocasión de las entrevistas con los coordinadores hemos abordado este y otros temas no tratados en la encuesta. Otros aspectos habrían podido ser incluidos; nuestra decisión ha sido redactar un cuestionario conciso y enfocado en las cuestiones prioritarias para nuestra investigación.

## ANEXO 2

## TEXTO DEL CUESTIONARIO UTILIZADO EN LA ENCUESTA

A continuación, vamos a presentar el texto integral del cuestionario que ha sido enviado a los coordinadores de los proyectos de investigación realizados por universidades y centros de investigación financiados por las compañías petroleras a través de la cláusula de I+D. Conviene notar que se trata de una adaptación gráfica al español de la versión electrónica en portugués utilizada en la encuesta.

## CUESTIONARIO

1. ¿Usted ha coordinado proyectos de investigación financiados por Petrobras a través de la cláusula de Investigación y Desarrollo (I+D) establecida por la Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP)?

Sí	No

1.1 En caso afirmativo, valore los resultados de dichos proyectos de investigación (en caso negativo, pase a la pregunta n.º 2).

Indique su grado de acuerdo con las afirmaciones propuestas usando la escala siguiente: 0=fuerte desacuerdo; 1=desacuerdo; 2=neutral; 3=de acuerdo; 4=muy de acuerdo; NA=no sé, no tengo informaciones o no es aplicable.

	0	1	2	3	4	NA
Los proyectos generaron nuevos o mejorados productos (bienes o servicios)						
Los proyectos generaron nuevos o mejorados procesos						
Los resultados de los proyectos fueron aplicados en las actividades productivas de Petrobras						
Los resultados de los proyectos fueron aplicados en las actividades productivas de empresas diferentes de Petrobras						
Los resultados de los proyectos fueron aplicados en otros proyectos realizados por el grupo de investigación que Usted coordinó						

**1.2** En caso afirmativo, valore el grado de importancia de los beneficios que los proyectos de investigación han generado para su grupo de investigación o su organización (en caso negativo, pase a la pregunta n.º 2).

Indique su grado de acuerdo con las afirmaciones propuestas usando la escala siguiente: 0=fuerte desacuerdo; 1=desacuerdo; 2=neutral; 3=de acuerdo; 4=muy de acuerdo; NA=no sé, no tengo informaciones o no es aplicable.

	0	1	2	3	4	NA
Aumento de los recursos financieros disponibles para su grupo de investigación u organización						
Aumento o mejora de las competencias y habilidades de los investigadores implicados en los proyectos						
Aumento de los investigadores contratados por su organización						
Depósito o concesión de patentes sobre los resultados de los proyectos de investigación (en el INPI o en otros institutos)						
Después de la conclusión de los proyectos, los investigadores implicados continuaron a trabajar en el mismo grupo de investigación						
Después de la conclusión de los proyectos, los investigadores implicados fueron contratados por Petrobras						
Después de la conclusión de los proyectos, su organización colaboró con empresas diferentes de Petrobras para desarrollar los resultados de la investigación						
Aumento de publicaciones científicas en revistas internacionales por parte de los investigadores implicados (relacionadas con los proyectos de investigación)						
Aumento de disertaciones de grado y postgrado o de tesis doctorales realizadas por los investigadores implicados (relacionadas con los proyectos de investigación)						
Participación de los investigadores implicados en otros proyectos en colaboración con empresas diferentes de Petrobras						
Participación de los investigadores implicados en congresos, conferencias, seminarios u otros eventos de divulgación científica para presentar los resultados de los proyectos de investigación						
Además de la actividad científica, Petrobras financió la construcción e instalación de <i>nuevos</i> edificios, laboratorios o equipamientos para la investigación científica						
Además de la actividad científica, Petrobras financió la reforma, ampliación o modernización de edificios, laboratorios o equipamientos para la investigación científica						
Creación de redes con grupos, divisiones o unidades de trabajo de Petrobras o de otras organizaciones de ciencia y tecnología (universidades o centros de investigación)						

2. ¿Usted ha coordinado proyectos de investigación financiados por compañías diferentes de Petrobras a través de la cláusula de Investigación y Desarrollo (I+D) establecida por la Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP)?

Sí	No

2.1 En caso afirmativo, valore los resultados de dichos proyectos de investigación (en caso negativo, pase a la pregunta n.º 3).

Indique su grado de acuerdo con las afirmaciones propuestas usando la escala siguiente: 0=fuerte desacuerdo; 1=desacuerdo; 2=neutral; 3=de acuerdo; 4=muy de acuerdo; NA=no sé, no tengo informaciones o no es aplicable.

	0	1	2	3	4	NA
Los proyectos generaron nuevos o mejorados productos (bienes o servicios)						
Los proyectos generaron nuevos o mejorados procesos						
Los resultados de los proyectos fueron aplicados en las actividades productivas de las compañías que financiaron los proyectos						
Los resultados de los proyectos fueron aplicados en las actividades productivas de empresas diferentes de las que financiaron los proyectos						
Los resultados de los proyectos fueron aplicados en otros proyectos realizados por el grupo de investigación que Usted coordinó						



**2.2** En caso afirmativo, valore el grado de importancia de los beneficios que los proyectos de investigación han generado para su grupo de investigación o su organización (en caso negativo, pase a la pregunta n.º 3).

Indique su grado de acuerdo con las afirmaciones propuestas usando la escala siguiente: 0=fuerte desacuerdo; 1=desacuerdo; 2=neutral; 3=de acuerdo; 4=muy de acuerdo; NA=no sé, no tengo informaciones o no es aplicable.

	0	1	2	3	4	NA
Aumento de los recursos financieros disponibles para su grupo de investigación u organización						
Aumento o mejora de las competencias y habilidades de los investigadores implicados en los proyectos						
Aumento de los investigadores contratados por su organización						
Depósito o concesión de patentes sobre los resultados de los proyectos de investigación (en el INPI o en otros institutos)						
Después de la conclusión de los proyectos, los investigadores implicados continuaron a trabajar en el mismo grupo de investigación						
Después de la conclusión de los proyectos, los investigadores implicados fueron contratados por las empresas que financiaron los proyectos						
Después de la conclusión de los proyectos, su organización colaboró con empresas diferentes de las que financiaron los proyectos para desarrollar los resultados de la investigación						
Aumento de publicaciones científicas en revistas internacionales por parte de los investigadores implicados (relacionadas con los proyectos de investigación)						
Aumento de disertaciones de grado y postgrado o de tesis doctorales realizadas por los investigadores implicados (relacionadas con los proyectos de investigación)						
Participación de los investigadores implicados en otros proyectos en colaboración con empresas diferentes de las que financiaron los proyectos						
Participación de los investigadores implicados en congresos, conferencias, seminarios u otros eventos de divulgación científica para presentar los resultados de los proyectos de investigación						
Además de la actividad científica, las empresas financiaron también la construcción e instalación de nuevos edificios, laboratorios o equipamientos para la investigación científica						
Además de la actividad científica, las empresas financiaron también la reforma, ampliación o modernización de edificios, laboratorios o equipamientos para la investigación científica						
Creación de redes con grupos, divisiones o unidades de trabajo de las empresas financiadoras o de otras organizaciones de ciencia y tecnología (universidades o centros de investigación)						

3. ¿Los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D de la ANP resultaron en la publicación de artículos científicos, otros tipos de publicaciones (e.g. capítulos de libros), disertaciones de grado y de postgrado o tesis doctorales? Escoja todas las respuestas que quiera.

	Sí	No
Artículos		
Otro tipo de publicación (e.g. capítulos de libros)		
Disertaciones de grado, postgrado o máster		
Tesis de doctorado		

4. ¿Los proyectos de investigación financiados a través de la cláusula de I+D de la ANP resultaron en el depósito o concesión de patentes (en el INPI o en otros institutos)?

La pregunta se refiere tanto a los proyectos financiados por Petrobras como por otras compañías.

Sí	No

4.1 En caso afirmativo, ¿qué porcentaje de la propiedad intelectual resultante de dichos proyectos fue asignado en favor de su organización?

En caso negativo, escoja la última opción "no fueron generadas patentes".

	0%	1-25%	26-50%	51-75%	76-99%	100%	No fueron generadas patentes
% de propiedad intelectual en favor de su organización							

5. ¿Los proyectos de investigación financiados a través de la cláusula de I+D de la ANP resultaron en la creación de Empresas de Base Tecnológica (EBT)?

Una EBT es una iniciativa empresarial generada a partir del conocimiento y tecnología desarrollados por su grupo de investigación o su organización la cual cuenta con la participación de sus miembros

Sí	No

6. Valore la importancia de los beneficios que los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D de la ANP han generado en favor de empresas terceras (diferentes de las que financiaron dichos proyectos y no implicadas en ellos).

Indique su grado de acuerdo con las afirmaciones propuestas usando la escala siguiente: 0=fuerte desacuerdo; 1=desacuerdo; 2=neutral; 3=de acuerdo; 4=muy de acuerdo; NA=no sé, no tengo informaciones o no es aplicable.

	0	1	2	3	4	NA
Los proyectos de investigación crearon una base de conocimiento y experiencia para que empresas terceras no implicadas puedan desarrollar nuevas actividades de I+D a partir de ellos						
Los proyectos de investigación crearon nuevas oportunidades de colaboración entre el grupo de investigación que Usted coordinó y empresas terceras no implicadas en ellos						

7. ¿Cuántas personas integraron su grupo de investigación durante la realización de los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D de la ANP?

Indique el número de miembros por nivel de formación. Si Usted coordinó más de un proyecto, indique un promedio.

Número de miembros	0	1-5	6-9	>10
Grado				
Postgrado (y máster)				
Doctorado				
Postdoctorado				
Personal administrativo no investigador (e.g. secretarios)				

8. Con respecto a la cartera total de proyectos de investigación que ha realizado o está realizando su grupo de investigación, ¿qué porcentaje de ella está vinculado con el área de exploración y producción de petróleo y gas natural?

	0%	1-25%	26-50%	51-75%	76-99%	100%
% de la cartera total						

9. En general, ¿cuánto fue importante la cláusula de I+D de la ANP para su organización en términos económicos y/o financieros?

Valore la relevancia usando la escala siguiente: 0=fuerte desacuerdo; 1=desacuerdo; 2=neutral; 3=de acuerdo; 4=muy de acuerdo; NA=no sé, no tengo informaciones o no es aplicable.

	0	1	2	3	4
Relevancia de la cláusula de I+D de la ANP					

10. ¿Usted quisiera añadir algún comentario o crítica en relación con las cuestiones planteadas en el presente cuestionario? (e.g. críticas a la estructura y contenido del formulario).

Por favor escriba sus observaciones en el espacio de abajo:

---

11. ¿Hubo alguna cuestión que Usted quisiera señalar y que no encontró en el presente cuestionario? (e.g. dificultades encontradas en la realización de los proyectos de investigación financiados por la cláusula de I+D de la ANP).

Por favor escriba sus observaciones en el espacio de abajo:

---

## ANEXO 3

## GASTOS ADMITIDOS EN CUMPLIMIENTO CON LA CLÁUSULA DE I+D

El cuadro siguiente ilustra las actividades cuyos gastos están admitidos por la ANP en cumplimiento de la cláusula de I+D. Conviene notar que las actividades dependen del tipo de proyecto realizado.

Cuadro A.1

### Gastos admitidos por la cláusula de I+D de la ANP (por tipo de proyecto)

<b>Proyectos realizados por compañías petroleras internamente o en sus afiliadas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proyecto o programa de investigación básica, investigación aplicada o desarrollo experimental, incluyendo la investigación en medio ambiente y en ciencias sociales, humanas y de la vida</li> <li>▪ Proyecto destinado a la construcción de prototipo o de unidad piloto resultante de actividad de investigación y desarrollo tecnológico realizada en el país</li> </ul>
<b>Proyectos realizados por compañías petroleras en conjunto con empresas de servicios</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proyecto o programa de investigación aplicada o desarrollo experimental, incluyendo la investigación en medio ambiente</li> <li>▪ Proyecto destinado a la construcción de prototipo o de unidad piloto resultante de actividad de investigación y desarrollo tecnológico realizada en el país</li> <li>▪ Programa tecnológico para desarrollo y capacitación técnica de proveedores<sup>1</sup></li> <li>▪ Proyecto específico de tecnología industrial básica<sup>2</sup></li> <li>▪ Proyecto específico de ingeniería básica no rutinera</li> </ul>
<b>Proyectos realizados por organizaciones de ciencia y tecnología</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proyecto o programa de investigación básica, investigación aplicada o desarrollo experimental, incluyendo la investigación en medio ambiente y en ciencias sociales, humanas y de la vida</li> <li>▪ Proyecto para estudio de cuencas sedimentarias de nueva frontera que envuelva la actividad de adquisición de datos geológicos, geoquímicos y geofísicos</li> <li>▪ Programa específico de formación y cualificación de recursos humanos</li> <li>▪ Proyecto destinado a la construcción de prototipo o de unidad piloto resultante de actividad de investigación y desarrollo tecnológico realizada en el país</li> <li>▪ Proyecto específico de mejora de infraestructura de laboratorio científicos</li> <li>▪ Proyecto específico de apoyo a la instalación de laboratorios de I+D</li> <li>▪ Proyecto específico de ingeniería básica no rutinera realizada en conjunto con una empresa brasileña</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir del Reglamento Técnico ANP 3/2015 (artículo n.º 3.3). Notas: 1) Aplica a empresas de hasta medio-gran tamaño. 2) Aplica a empresas de hasta medio tamaño. Ver capítulo 6



## ANEXO 4

## PROYECTOS AUTORIZADOS POR LA ANP EN CUMPLIMIENTO CON LA CLÁUSULA DE I+D

Tabla A.3

Proyectos autorizados por la ANP en cumplimiento de la cláusula de I+D, por compañía petrolera (2006-2015)

Compañía petrolera	Proyectos (n.º)											Total	Valor (BRL) 2006-2015	% total
	Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015			
Petrobras		185	167	171	72	109	145	64	139	132	50	1234	4 312 324 357	92,9
BG		0	0	0	0	0	1	4	9	24	1	39	193 771 223	4,2
Statoil		0	0	0	0	0	1	3	5	9	1	19	36 857 048	0,8
Shell		0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	23 510 770	0,5
Petrogal Brasil <sup>1</sup>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	12	20 570 462	0,4
Sinochem		0	0	0	0	0	0	0	6	2	4	12	16 964 173	0,4
Repsol-Sinopec <sup>2</sup>		0	2	0	0	2	0	2	1	2	1	10	10 363 982	0,2
Parnaíba Gás Natural		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	8 314 557	0,2
Queiroz Galvão E&P		0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	5	7 433 790	0,2
Chevron		0	0	0	0	0	2	4	2	0	1	9	6 365 974	0,1
Frade Japão <sup>3</sup>		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3 157 523	0,1
BP		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2 321 858	<0,1
GeoPark Brasil <sup>4</sup>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	784 004	<0,1
ONGC Campos <sup>5</sup>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	503 790	<0,1
Brasoil Manati		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	236 250	<0,1
QPI Brasil Petróleo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	192 289	<0,1
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	92 198	<0,1
N.º total de proyectos		185	171	172	72	111	149	79	164	176	82	1361	4 643 764 247	100
Valor de los proyectos (millones BRL)		580,5	430,4	484,1	186,0	402,2	252,9	618,2	499,4	964,2	225,8	4643,8	...	...

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANP. Notas: 1) Petrogal Brasil es una empresa mixta entre Galp (70%) y China Petroleum & Chemical Corporation (Sinopec) (30%); 2) Repsol-Sinopec es una empresa mixta entre Repsol y Sinopec; 3) Frade Japão es una empresa mixta entre Inpex Corporation y Sojitz Corporation; 4) Incluye las obligaciones de la empresa Rio das Contas, que ha sido adquirida por GeoPark Brasil en 2014; 5) ONGC Campos es de propiedad de ONGC Videsh